

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Τεχνολογιών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτιρίων -
Κατανόηση Βιοκλιματικών Αρχών & Κοινωνική Αποδοχή**

Γερασιμίνα Κονιδάρη

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ. Σίσσυ Ευθυμιάδου**

Μάιος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Τεχνολογιών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτιρίων -
Κατανόηση Βιοκλιματικών Αρχών & Κοινωνική Αποδοχή**

Γερασιμίνα Κονιδάρη

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ. Σίσσυ Ευθυμιάδου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος 2018

Περίληψη

Η πορεία ανάπτυξης της κοινωνίας μας και η πολυπλοκότητα της καθημερινότητάς μας συνεπάγεται ταυτόχρονη αύξηση των ενεργειακών μας αναγκών. Οι μεταφορές, οι επικοινωνίες, η διατροφή, η ξεκούραση και κάθε άλλη πτυχή της ζωής μας καταναλώνει ενέργεια. Έχει υπολογιστεί ότι για την Ε.Ε., ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται και ως εκ τούτου, έχουν θεσπιστεί Οδηγίες και νόμοι για τον περιορισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Στην κορυφή των προσδοκιών μας είναι ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων, που προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας με ταυτόχρονη βελτίωση του βιοτικού χώρου και τελικώς καλύτερο περιβάλλον για το χρήστη.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναλύει τις Αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και παρουσιάζει το βαθμό κατανόησης και αποδοχής των πολιτών, μέσω έρευνας με ερωτηματολόγιο. Από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι οι πολίτες είναι μερικώς ενημερωμένοι, αλλά πρόθυμοι να μάθουν. Μεγάλο ποσοστό θα ήθελε να χτίσει ένα Βιοκλιματικό κτήριο αλλά θεωρεί ότι το κόστος είναι απαγορευτικό. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι το πρόγραμμα "Εξοικονόμηση κατ' οίκον" που πραγματοποιήθηκε πριν από μερικά χρόνια, καθώς και το νέο πρόγραμμα που βρίσκεται σε εξέλιξη, βοήθησαν στην ενημέρωση και την εξοικείωση των πολιτών με θέματα όπως η θερμομόνωση, η αποδοτικότητα των συσκευών, η χρήση ΑΠΕ κλπ.

Λέξεις κλειδιά: Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Εξοικονόμηση ενέργειας, Κοινωνική αποδοχή, Ενεργειακός σχεδιασμός

Summary

The course of development of our society and the complexity of our everyday life entail a simultaneous increase of our energy needs. Transportation, communications, nutrition, relaxation and every other aspect of our lives consumes energy. It has been estimated that for the EU, the building sector is responsible for approximately 40% of the total energy consumed, and therefore laws and regulations have been introduced to reduce energy consumption.

At the top of our expectations is the Bioclimatic design of buildings which offers energy savings while improving the living space and ultimately better environment for the user. This thesis analyzes the Principles of Bioclimatic design and presents the degree of understanding and acceptance of citizens, through questionnaire survey. The results of the survey show that the citizens are partially informed but willing to learn. A large percentage would like to build a Bioclimatic building but considers that the cost is prohibitive. Lastly, it should be noted that the program “Εξοικονόμηση κατ' οίκον” which took place a few years ago, as well as the new program underway, helped to inform and familiarize citizens with issues such as thermal insulation, appliance efficiency, the use of RES, etc.

Keywords: Bioclimatic design, Energy saving, Social acceptance, Energy planning.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα. Σίσσυ Ευθυμιάδου, για την υποστήριξη και την κατανόηση που μου έδειξε, καθώς και για την καθοδήγησή της κατά την διάρκεια της πραγματοποίησης της διατριβής μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους διέθεσαν το χρόνο τους για τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων της έρευνας και ιδιαίτερα αυτούς που ένιωσαν την επιθυμία για περεταίρω ανάλυση και συζήτηση του θέματος.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Σημασία και Αναγκαιότητα της Μελέτης	1
1.2	Σκοποί και Στόχοι.....	1
1.3	Ερευνητικά Ερωτήματα	2
2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	3
2.1	Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.....	3
2.2	Αρχές Σχεδιασμού.....	3
2.1.1	Κλιματικές Συνθήκες	3
2.2.2	Μορφή και Προσανατολισμός.....	4
2.2.3	Ηλιοπροστασία και Σκίαση	5
2.2.4	Φυσικός Φωτισμός	5
2.2.5	Φυσικός Αερισμός	5
2.2.6	Συστήματα Παθητικής Θέρμανσης	6
2.2.7	Συστήματα Παθητικού Δροσισμού	7
2.3	Επιλογή Υλικών	8
2.3.1	Κτηριακό Κέλυφος	8
2.3.2	Στέγες και Οροφές	9
2.3.3	Αίθρια	10
2.4	Η/Μ Συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας	10
2.4.1	Θέρμανση - Ψύξη - Δροσισμός.....	10
2.4.2	Υδρευση - Αποχέτευση	12
2.4.3	Τεχνητός Φωτισμός	13
2.5	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	14
2.5.1	Θερμικά Ηλιακά Συστήματα	14
2.5.2	Φωτοβολταϊκά	15
2.5.3	Βιομάζα	16
2.5.4	Αιολική ενέργεια.....	16
2.6	Στρατηγικές Ε.Ε. για την Ενεργειακή Απόδοση και Σχετική Νομοθεσία.....	17
3	Μεθοδολογία	20
3.1	Σκοποί και Στόχοι της Έρευνας	20
3.2	Ερευνητικά Ερωτήματα	20
3.3	Μέθοδος και Συλλογή Δεδομένων	21
3.4	Περιεχόμενο Ερωτηματολογίου	22
3.5	Στατιστική Ανάλυση	27
3.6	Προβλήματα Μελέτης	27
4	Αποτελέσματα	28
4.1	Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	28
4.1.1	Μέρος Α. Δημογραφικά στοιχεία	28
4.1.2	Μέρος Β. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	31
4.1.3	Μέρος Γ. Αξιολόγηση Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	35
5	Συμπεράσματα	42
5.1	Συμπεράσματα	42
	Παραρτήματα	44

A	Έρευνα Ερωτηματολογίου	44
A.1	Έντυπο Ερωτηματολογίου	44
	Βιβλιογραφία	48

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Σημασία και Αναγκαιότητα της Μελέτης

Η ξέφρενη εξέλιξη της καθημερινότητας μας με την ταυτόχρονη πολυπλοκότητα και εξάρτηση από την τεχνολογία έχουν αυξήσει κατακόρυφα τις ενεργειακές μας ανάγκες. Η εξοικονόμηση της ενέργειας αποτελεί αντικείμενο μελέτης από πολλαπλούς φορείς της κοινωνίας, καθώς οι διαθέσιμοι πόροι εξαντλούνται και ο πλανήτης νοσεί. Σημαντικό μερίδιο στην καταναλισκόμενη ενέργεια, περίπου 40% της συνολικής μικτής ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρώπη, κατέχει ο κτηριακός τομέας, δηλαδή τα κτήρια κατοικιών – γραφείων – καταστημάτων και τα δημόσια κτήρια (Χατζηαθανασίου & Λύτρας, 2000) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους για θέρμανση – ψύξη, ζεστό νερού χρήσης, αερισμό, φωτισμό κλπ. Η ενέργεια αυτή παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων, κυρίως πετρελαίου, λιγνίτη και φυσικού αερίου, με αποτέλεσμα την πολλαπλή επιβάρυνση του περιβάλλοντος, την ενίσχυση της κλιματικής αλλαγής και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στο πλαίσιο της γενικότερης «φιλοσοφίας» για αειφορία και βιωσιμότητα, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζοντας την ανάγκη για δράση, καθορίζει στρατηγικές για την ενέργεια, με τρεις κύριους στόχους: την ασφάλεια εφοδιασμού με ενέργεια, την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα των πόρων και του περιβάλλοντος. Η ορθή διαχείριση και η μείωση της σπατάλης ενέργειας αποτελούν προτεραιότητα και εκφράζονται μέσω κοινοτικών οδηγιών και κυρίως της οδηγίας *European Energy performance of Buildings Directive* (EPBD), που ενσωματώθηκε στην Εθνική νομοθεσία μέσω του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Μέσω αυτού καθορίζονται Εθνικές απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και κοινή μεθοδολογία υπολογισμού της απόδοσης αυτής. Ως τελικός στόχος και υποχρέωση των κρατών – μελών είναι η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των νέων κτηρίων, ώστε από το 2020 όλα τα νέα κτήρια να είναι *Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης* (near Zero Energy Building – nZEB), δηλαδή κτήρια που έχουν ενεργειακό ισοζύγιο κοντά στο μηδέν, λόγω του ότι

καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Adhikari et al., 2012). Κυρίαρχο ρόλο για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων, καλούνται να παίξουν οι τεχνικές βιοκλιματικού ή ενεργειακού σχεδιασμού. Άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη φιλοσοφία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι: Παθητικός ή βιώσιμος σχεδιασμός. Όλοι οι παραπάνω όροι περιγράφουν το σχεδιασμό ενός κτηρίου ενσωματωμένο στο τοπικό περιβάλλον, κατασκευασμένο με υλικά που δεν επιβαρύνουν ή ανακυκλώσιμα, που προσφέρει συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στους χρήστες και κατά τη λειτουργία του εκμεταλλεύεται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με αποτέλεσμα το τελικό ενεργειακό του ισοζύγιο να είναι πολύ χαμηλό.

1.2 Σκοποί και Στόχοι

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η παρουσίαση των Αρχών του Βιοκλιματικού σχεδιασμού μέσω περιγραφής της διαδικασίας επίλυσης και παράλληλα η καταγραφή του βαθμού κατανόησης και αποδοχής από τους πολίτες των αρχών αυτών, μέσω έρευνας ερωτηματολογίου. Μέσω της έρευνας αποτυπώνεται η γνώμη των πολιτών για θέματα Βιοκλιματικού σχεδιασμού και εξοικονόμησης ενέργειας, κυρίως για κτήρια κατοικιών.

1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα αφορούν: α) Κατά πόσο είναι ενημερωμένος ο πολίτης για την ισχύουσα νομοθεσία, την έννοια του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια, β) Σε ποιο βαθμό αντιλαμβάνεται την αξία και τα οφέλη του Βιοκλιματικού σχεδιασμού για τον ίδιο ή το περιβάλλον και γ) Σε ποιο βαθμό έχει πρόθεση να ακολουθήσει σε νέο ή ανακαινιζόμενο κτήριο στοιχεία ενεργειακού σχεδιασμού.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Ο όρος Βιοκλιματικός ή Ενεργειακός σχεδιασμός αναφέρεται σε μια πολύπλοκη διαδικασία μέσω της οποίας αναλύονται οι κατάλληλες λύσεις, οι οποίες θα εξασφαλίσουν συνθήκες θερμικής / ακουστικής και οπτικής άνεσης στους χρήστες του κτηρίου, με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Αφορά τεχνικές δόμησης που εκμεταλλεύονται τα στοιχεία του κτηρίου σε σχέση με το περιβάλλον του, ώστε να βελτιωθεί η λειτουργία και η ενεργειακή συμπεριφορά του ανάλογα την εποχή του έτους (Λάζαρη & Τζανακάκη, 2002). Ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια για απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και μείωση των εκπομπών αερίων, μέσω της χρήσης Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και Παθητικών συστημάτων (Μάντζιου, 2009). Οι στόχοι του Βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι οι εξής:

- Να εξοικονομήσει την κατανάλωση καυσίμων για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό, ΖΝΧ και τις υπόλοιπες ανάγκες του κτηρίου
- Να εξασφαλίσει εσωτερικές συνθήκες άνεσης
- Να αποσβέσει το κόστος κατασκευής σε σύντομο χρονικό διάστημα

Για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός συνδυάζει την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) με τη ρύθμιση των θερμικών ροών (μέσω της μόνωσης, του αερισμού, της σκίασης και της στεγάνωσης), εξαρτώμενα από τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής.

2.2 Αρχές Σχεδιασμού

Η διαδικασία επίλυσης ενός βιοκλιματικού κτηρίου περιλαμβάνει πολλά στάδια και παραμέτρους. Ο κύριος στόχος είναι η ανέγερση ενός κτηρίου που καλύπτει πλήρως τις ενεργειακές του ανάγκες και χαρίζει άνεση στους ενοίκους του (Kolokotsa et al., 2001) αλλά ταυτόχρονα δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με εκπομπές αερίων, δεν σπαταλά πόρους κατά την κατασκευή & κατά τη λειτουργία του και το κόστος κατασκευής του

δεν υπερβαίνει πολύ το κόστος κατασκευής ενός συμβατικού κτηρίου. Κατά τον αρχικό σχεδιασμό είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

2.2.1 Κλιματικές Συνθήκες

Οι κλιματικές συνθήκες και το ιδιαίτερο κλίμα (μικροκλίμα) της περιοχής είναι τα βασικά στοιχεία που εξετάζονται. Σε αυτά περιλαμβάνονται:

- **Εξωτερική θερμοκρασία:** Αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο και επηρεάζει άμεσα το σχεδιασμό. Σημαντικότερη παράμετρος είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του ημερονυκτίου.
- **Σχετική υγρασία:** Ο λόγος της ποσότητας των υδρατμών που περιέχει ο αέρας, προς τη μέγιστη που μπορεί να συμπεριλάβει. Η σχετική υγρασία σε συνθήκες άνεσης πρέπει να κυμαίνεται από 30 – 70%.
- **Ηλιακό διάγραμμα:** Παρουσιάζει την κίνηση του ήλιου, όπως προβάλλεται στο οριζόντιο επίπεδο. Εξαρτάται από το γεωγραφικό μήκος & πλάτος και είναι απαραίτητο εργαλείο για τις μελέτες φυσικού φωτισμού, σκίασης και εντοπισμού εμποδίων ηλιασμού από διπλανά κτήρια και μακρινά εμπόδια.
- **Άνεμος:** Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου αποτελούν σημαντικά κριτήρια για την επιλογή των παθητικών συστημάτων.
- **Ηλιοφάνεια και νεφώσεις:** Αποτελούν σημαντικά στοιχεία σχεδιασμού καθώς επηρεάζουν το φυσικό φωτισμό και τα θερμικά & φωτοβολταϊκά συστήματα.
- **Βροχόπτωση:** Επηρεάζει τα επίπεδα υγρασίας και καθορίζει μερικώς τη θέση του κτηρίου στο οικόπεδο.

2.2.2 Μορφή και Προσανατολισμός

Η μορφή του κτηρίου έχει κυρίαρχο ρόλο στην αποτελεσματική εφαρμογή των βιοκλιματικών μέτρων. Ο όγκος, οι επιφάνειες, η εκτεθειμένη περίμετρος και η γεωμετρία του κτηρίου επηρεάζουν τις θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη του. Από τη μορφή του κτηρίου επηρεάζονται αισθητά οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και δροσισμό, ενώ η κατάλληλη χωροθέτηση του στο οικόπεδο (όπου αυτό είναι εφικτό) αξιοποιεί στο μέγιστο τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και προσφέρει στην βελτίωση του μικροκλίματος. Οι παράμετροι που λαμβάνουν μέρος στους υπολογισμούς είναι:

- **Στερεότητα:** Ορίζεται ως ο λόγος του όγκου του θερμαινόμενου κτηρίου προς το άθροισμα των εξωτερικών επιφανειών.

- **Περίμετρος / επιφάνεια κτηρίου:** Ο λόγος αυτός ελέγχει το ποσοστό των εκτεθειμένων στο περιβάλλον επιφανειών. Θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών.
- **Προσανατολισμός:** Ο ιδανικός προσανατολισμός είναι κατά τον άξονα Ανατολής – Δύσης, έτσι ώστε με μεγάλα ανοίγματα προς το Νότο να γίνεται εκμετάλλευση των ηλιακών θερμικών κερδών κατά το χειμώνα (Badescu & Staiconici, 2006). Επίσης θα πρέπει να γίνεται και προσπάθεια (όπου αυτό είναι εφικτό) προσανατολισμού με βάση τους πνέοντες ανέμους.
- **Οργάνωση εσωτερικών χώρων:** Βοηθητικοί χώροι και χώροι με απαίτηση χαμηλότερης θερμοκρασίας πρέπει να τοποθετούνται στη Βορινή πλευρά που είναι πάντα ψυχρότερη, ώστε να λειτουργούν ως θερμικό φράγμα για τους υπόλοιπους χώρους. Χώροι τακτικής χρήσης κατά προτίμηση τοποθετούνται στη Νότια πλευρά, για εκμετάλλευση των θερμικών κερδών κατά τη χειμερινή περίοδο.

2.2.3 Ηλιοπροστασία και Σκίαση

Η προστασία των ανοιγμάτων από την ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί μια από τις κύριες τεχνικές για τη μείωση των θερμικών κερδών κατά τη διάρκεια των θερμών ημερών του έτους και την προστασία του εσωτερικού από την υπερθέρμανση (Krawietz, 2009) Επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, όπως:

- **Σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης:** Πρόβολοι, περσίδες, γρίλιες, τέντες, πέργολες, κουρτίνες, ρολά και εξώφυλλα, είναι μερικά από τα είδη σκίασης που μπορούν να εφαρμοστούν εξωτερικά ή εσωτερικά του κτηρίου.
- **Σκίαση με χρήση βλάστησης:** Προσφέρει καλύτερη σκίαση διότι επιπλέον μεταβάλλει τις θερμικές ιδιότητες του περιβάλλοντος αέρα.

2.2.4 Φυσικός Φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός είναι απόλυτα αναγκαίος για το χώρο που ζούμε ή εργαζόμαστε, καθώς ρυθμίζει το βιολογικό μας ρολόι και βοηθά τον οργανισμό να συνθέσει βιταμίνη D. Μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση στον ήλιο επιδρά ευεργετικά στην ανθρώπινη ψυχολογία μετριάζοντας το άγχος και την κατάθλιψη, ενώ αυξάνει την ευεξία και την αποδοτικότητα.

Τέλος, ο σωστός φωτισμός μειώνει τις ανάγκες για κλιματισμό του χώρου (θέρμανση το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι), συμβάλλοντας στη μείωση της καταναλισκόμενης

ενέργειας. Τα συστήματα φυσικού φωτισμού χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, με βάση αν εμποδίζουν, φιλτράρουν ή κατευθύνουν τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

2.2.5 Φυσικός Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός (ή δροσισμός) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική μορφή κλιματισμού κατά τη διάρκεια μιας όχι πολύ ζεστής μέρας, αντικαθιστώντας τη χρήση των κλιματιστικών μηχανημάτων. Βασίζεται στις φυσικές δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την προσαγωγή και διαφυγή του αέρα από το κτήριο και εξαρτάται από την επιφάνεια και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, καθώς και από τη διαφορά εσωτερικής – εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο αερισμός ενός κτηρίου είναι πολύ υψηλής σημασίας καθώς όχι μόνο απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα, αλλά ταυτόχρονα διατηρεί την ποιότητα του εσωτερικού αέρα σε καλά επίπεδα από άποψη επιπέδων οξυγόνου και απομάκρυνσης οσμών και ρύπων. Μπορεί να εφαρμοστεί με διάφορες μορφές για κάθε χώρο:

- Μονόπλευρος φυσικός αερισμός (ενός ή δύο ανοιγμάτων)
- Διαμπερής φυσικός αερισμός
- Φυσικός αερισμός με ανύψωση θερμού αέρα
- Πύργοι καθοδικού ρεύματος αέρα
- Νυχτερινός φυσικός δροσισμός

2.2.6 Συστήματα Παθητικής Θέρμανσης

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των χώρων το χειμώνα και για την παροχή φυσικού φωτισμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απλές κατασκευές, ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτηρίου, που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν ως θερμότητα και την διαχέουν στο κτήριο, μειώνοντας έτσι την καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές παθητικών συστημάτων:

- Άμεσου ηλιακού κέρδους: Συνήθως ανοίγματα με Νότιο προσανατολισμό που δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία. Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και λειτουργούν μεταφέροντας θερμότητα στο εσωτερικό του κτηρίου.
- Έμμεσου ηλιακού κέρδους (τοιχοί θερμικής αποθήκευσης): Οι τοίχοι αυτοί τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από τον εξωτερικό υαλοπίνακα και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας θερμότητα στο χώρο μέσω

του υλικού του τοίχου. Συνήθως έχουν πάχος 30 cm και η αποτελεσματικότητα τους εξαρτάται από το υλικό κατασκευής. Πρέπει να έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα και η εξωτερική του πλευρά να είναι σκούρου χρώματος για καλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι διάφορες παραλλαγές του είναι ο τοίχος μάζας, ο ηλιακός τοίχος ανοιχτού βρόγχου και ο τοίχος Trombe που είναι και ο πιο διαδεδομένος. Ο τοίχος Trombe επιτρέπει την κυκλοφορία του αέρα μέσω θυρίδων αερισμού, τοποθετημένες στο πάνω και κάτω μέρος του, που ανοίγουν και κλείνουν ανάλογα την επιθυμητή κίνηση του αέρα και την κατεύθυνση της μεταφοράς θερμότητας (Bellos. et all., 2016).

- Ηλιακός χώρος - Θερμοκήπιο: Αποτελείται από έναν χώρο με υαλοστάσια, σε επαφή με το κτήριο που συλλέγει τη θερμότητα του ήλιου και την μεταδίδει στο εσωτερικό του κτηρίου.

2.2.7 Συστήματα Παθητικού Δροσισμού

Τα παθητικά συστήματα δροσισμού αποσκοπούν στον περιορισμό της υπερθέρμανσης των χώρων και τη μείωση χρήσης τεχνητού κλιματισμού. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην απαγωγή της θερμότητας του αέρα, πριν αυτός εισέλθει στο κτήριο. Στα συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού ανήκουν η βελτίωση του μικροκλίματος (για μείωση της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα κοντά στο κτήριο), η σκίαση των ανοιγμάτων και ο φυσικός αερισμός που έχουν αναφερθεί καταπάνω. Ο παθητικός εξατμιστικός δροσισμός ανήκει στην κατηγορία της βελτίωσης του μικροκλίματος και διακρίνεται σε άμεσο, όταν ο αέρας διέρχεται πάνω από φυσική υδάτινη επιφάνεια ή διαμέσου φυλλωμάτων και έμμεσος, όταν γίνεται χρήση τεχνητών όγκων νερού σε οροφές κτηρίων ή ψεκασμός του διερχόμενου αέρα. Η φύτευση δέντρων στη διεύθυνση των θερινών κυρίαρχων ανέμων αποτελεί τεχνική παθητικού δροσισμού, καθώς βελτιώνει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από το είδος και τα χαρακτηριστικά των φυτών και δέντρων που θα χρησιμοποιηθούν. Η τοποθέτηση φυσικών ή τεχνητών λιμνών στον περιβάλλοντα χώρο ή στην οροφή του κτηρίου και η μερική κάλυψη του κτηρίου με έδαφος είναι άλλες τεχνικές παθητικού δροσισμού μέσω της διαμόρφωσης του μικροκλίματος της περιοχής.

2.3 Επιλογή Υλικών

Η θερμική συμπεριφορά των υλικών κατασκευής χαρακτηρίζεται από δύο κυρίως μεγέθη: το συντελεστή θερμοπερατότητας, που εκφράζει το ποσό της θερμότητας που μπορεί να μεταφερθεί από μια επιφάνεια ενός τετραγωνικού μέτρου η οποία βρίσκεται ανάμεσα σε δύο χώρους με διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Kelvin και τον ηλιακό συντελεστή, που εκφράζει το λόγο της ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται δια μέσου ενός μονού – απλού υαλοπίνακα προς την ακτινοβολία που διέρχεται δια μέσου του υπό μελέτη υαλοπίνακα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών υλικών εξαρτάται από:

- την αγωγιμότητα των υλικών
- το πάχος του υλικού θερμομόνωσης
- τη θερμική αντίσταση του αέρα
- τη συνέχεια του θερμικού κελύφους
- τη διεύθυνση της μεταφοράς θερμότητας
- την εξωτερική ακτινοβολία και
- τους πνέοντες ανέμους

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων εξαρτάται από:

- τα διάκενα αέρα ή άλλων αερίων
- την κλίση τοποθέτησης του υαλοπίνακα
- τη θερμική απόδοση των εξωτερικών κουφωμάτων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου παραμένει αμετάβλητος σε όλες τις όψεις και προσανατολισμούς του κτηρίου, δεδομένης της σταθερής διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος.

2.3.1 Κτηριακό Κέλυφος

Το κτηριακό κέλυφος είναι το πιο σημαντικό στοιχείο ενός κτηρίου, καθώς είναι αυτό που έρχεται σε πρώτη και άμεση αλληλεπίδραση με το φυσικό περιβάλλον. Καλείται να θωρακίσει θερμικά το κτήριο και να το προστατέψει από τις καιρικές & κλιματολογικές συνθήκες, αλλά ταυτόχρονα οφείλει να μην αποκόπτει το κτήριο από το εξωτερικό περιβάλλον, να επιτρέπει για παράδειγμα την οπτική και το φυσικό αερισμό & φωτισμό (Magrini, 2014). Τα υλικά που θα επιλεγούν για την κατασκευή ενός βιοκλιματικού κτηρίου πρέπει να πληρούν συγκεκριμένους δείκτες για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς και τις επιπτώσεις τους προς το περιβάλλον, όπως η βιωσιμότητα και η

ανακυκλωσιμότητα. Ουσιαστικά, η επιλογή των υλικών βασίζεται στο τρίπτυχο: Μείωση - Επαναχρησιμοποίηση - Ανακύκλωση. Η Μείωση των υλικών σημαίνει την εξοικονόμηση των υλικών, χρησιμοποιώντας τις απαιτούμενες μόνο ποσότητες, χωρίς βέβαια αυτό να αντικρούει με τη βιωσιμότητα του κτηρίου ή την ασφάλεια των χρηστών. Η επαναχρησιμοποίηση των υλικών συμβάλλει άμεσα στην βιώσιμη ανάπτυξη και είναι η πιο απλή και κατανοητή ενέργεια, ενώ η ανακύκλωση των υλικών συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτων υλών.

Η μόνωση του κτηριακού κελύφους οφείλει να καλύπτει διάφορες ανάγκες και έχει διάφορες χαρακτηριστικές ιδιότητες, όπως θερμικές, ηχομονωτικές, σεισμικές, πυροπροστασίας ή υγραμόνωσης. Η θερμομόνωση αποτελεί τη βασική μορφή θερμικής προστασίας και είναι βασική για την επίτευξη του στόχου ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Εξωτερικοί τοίχοι με μεγάλο πάχος εμποδίζουν τη μετάδοση της θερμότητας, ενώ μόνωση καλής ποιότητας και χαρακτηριστικών εμποδίζει ουσιαστικά τη γρήγορη ψύξη ή υπερθέρμανση ενός κτηρίου. Τα επιμέρους δομικά στοιχεία ενός κτηρίου οφείλουν να πληρούν περιορισμούς θερμομόνωσης ανάλογα τον τόπο στον οποίο θα ανεγερθεί το κτήριο, ενώ ταυτόχρονα και σε σχέση με το λόγο Περίμετρος/Επιφάνεια το σύνολο του κτηρίου οφείλει να έχει ανάλογη συμπεριφορά (που ελέγχεται με το Μέσο Συντελεστή Θερμοπερατότητας του κτηρίου).

2.3.2 Στέγες και Οροφές

Η πιο διαδεδομένη πρακτική βιοκλιματικού σχεδιασμού για τις στέγες και τις οροφές, είναι η Πράσινη στέγη ή το Φυτεμένο δώμα αντίστοιχα. Η χρήση τους ευνοεί σε μεγάλο βαθμό το μικροκλίμα του κτηρίου, μέσω κυρίως:

- Μείωσης της απορροής των όμβριων υδάτων, καθώς έχουν τη δυνατότητα να συγκρατήσουν έως το 40% των ποσοτήτων
- Μείωση του φαινομένου της Αστικής νησίδας: Τα δομικά υλικά απορροφούν κατά τη διάρκεια της ημέρας την ηλιακή ακτινοβολία και την ακτινοβολούν πίσω στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας, αυξάνοντας μέχρι και 6 °C τον περιβάλλοντα αέρα (Cantor, 2008). Το Φυτεμένο δώμα και η Πράσινη στέγη, ελαχιστοποιούν τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνοντας μείωση του φαινομένου.
- Αύξησης της θερμομόνωσης στη στέγη ή το δώμα, με αποτέλεσμα την μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτηρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες

- Βελτίωσης της θερμικής συμπεριφοράς των δωματίων, μειώνοντας την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες
- Απορρόφησης της ρύπανσης, καθώς τα φυλλώματα φιλτράρουν τον αέρα και κατακρατούν τα σωματίδια της σκόνης και των άλλων ρύπων
- Μείωσης των επιπέδων θορύβου
- Εμπλουτισμού του οικοσυστήματος της περιοχής .

Οι βασικοί παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη μελέτη και κατασκευή Πράσινης στέγης ή Φυτεμένου δώματος, είναι η μορφή και η στατική επάρκεια της επιφάνειας που φυτεύεται, η προσεκτική κατασκευή της στεγανοποίησης - υγρομόνωσης & η απορροή των ομβρίων, η επιλογή πάχους & σύνθεσης του χώματος και τέλος η επιλογή κατάλληλων φυτών (ανάλογα το μικροκλίμα της περιοχής, τις ανάγκες τους για άρδευση, τη συντήρησή τους, το ρυθμό ανάπτυξης και αναπαραγωγής τους) (Ευαγγελίου, κ.α., 2008) .

2.3.3 Αίθρια

Τα αίθρια χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις μεγάλων κτηρίων για να επιτύχουν επαρκή φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό. Όταν καλύπτονται από γυάλινη οροφή δημιουργούν προστατευμένους από τις καιρικές συνθήκες χώρους, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πολυώροια (χωρίς ιδιαίτερη κατανάλωση ενέργειας). Επιπροσθέτως μπορούν να λειτουργήσουν και ως ηλιακοί χώροι, μέσω εκμετάλλευσης των ηλιακών κερδών κατά τους χειμερινούς μήνες.

2.4 Η/Μ Συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας

Ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει ως στόχο τη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου και για το λόγο αυτό προηγείται της επιλογής συστημάτων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Τα βασικότερα των συστημάτων αυτών αφορούν τη Θέρμανση - Ψύξη - Δροσισμό, την Ύδρευση - Αποχέτευση (διαχείριση ομβρίων και αποβλήτων) και τον Τεχνητό φωτισμό.

2.4.1 Θέρμανση - Ψύξη - Δροσισμός

Μια μέθοδος εξοικονόμησης ενέργειας είναι η χρήση *Εναλλακτών Θερμότητας*, μέσω των οποίων γίνεται χρήση της θερμότητας του απορριπτόμενου αέρα από την κεντρική

κλιματιστική μονάδα (για προθέρμανση το χειμώνα και προψύξη το καλοκαίρι) του εισερχόμενου στο κτήριο νωπού αέρα. Η απόδοσή τους κυμαίνεται από 50 έως 85% ανάλογα το είδος του εναλλάκτη και γίνεται σαφές ότι η ανάκτηση αυτών των ποσών θερμότητας εξοικονομεί ενέργεια που θα έπρεπε να καλυφθεί από το σύστημα κλιματισμού του κτηρίου. Είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος εξοικονόμησης για τα συστήματα αυτού του τύπου. Άλλες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας που χρησιμοποιείται για θέρμανση – ψύξη ή δροσισμό είναι:

- *Εξατμιστική Ψύξη:* Αποτελεί ένα σύστημα κλιματισμού ήπιας μορφής χωρίς συμπιεστές. Η λειτουργία του είναι απλή και βασίζεται στην ψύξη ενός ρεύματος αέρα όταν έρθει άμεσα ή έμμεσα σε επαφή με μια υδάτινη επιφάνεια. Τα βασικά μέρη του είναι ο ανεμιστήρας προσαγωγής αέρα και η αντλία ανακυκλοφορίας του νερού.
- *Ηλιακός κλιματισμός:* Γίνεται χρήση της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού ή ατμού, που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία κλιματιστικών συστημάτων. Χρησιμοποιούνται αυτόνομα ή σε συνδυασμό με συμβατικά συστήματα κλιματισμού (επικουρικά) για μείωση της ποσότητας χρήσης συμβατικών καυσίμων.
- *Οι Γεωθερμικοί σωλήνες δροσισμού:* Είναι εναλλάκτες θερμότητας μεταξύ αέρα και υπεδάφους. Αποτελούνται από έναν αγωγό θαμμένο σε συγκεκριμένο βάθος, μέσω του οποίου διέρχεται αέρας με τη βοήθεια ανεμιστήρων. Ο αέρας αυτός αποβάλλει ή προσλαμβάνει θερμότητα από το υπέδαφος, το οποίο έχει σταθερή θερμοκρασία ανεξαρτήτου εποχής, ανάλογα τη θερμοκρασία του. Έτσι κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών μεταφέρεται θερμότητα από τον αέρα προς το υπέδαφος και κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών μεταφέρεται θερμότητα από το υπέδαφος προς τον αέρα. Το υλικό κατασκευής των σωλήνων μπορεί να είναι πλαστικό, σκυρόδεμα ή μέταλλο. Οι γεωθερμικοί σωλήνες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και για την προθέρμανση ή τον προκλιματισμό του αέρα, ως βοηθητικά συστήματα σε κεντρική κλιματιστική μονάδα.
- *Γεωθερμική ενέργεια:* Η εκμετάλλευση της ενέργειας του εσωτερικού της γης, μέσω μιας αντλίας θερμότητας (γεωθερμική αντλία) για χρήση ζεστού νερού για θέρμανση και κρύου νερού για ψύξη και δροσισμό. Λόγω της χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος για τη λειτουργία της αντλίας δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ξεκάθαρα Ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αν και η αντλία είναι

μόνο το μέσο εκμετάλλευσης της σταθερής θερμοκρασίας του εσωτερικού της γης.

- *Μονάδες Συμπαραγωγής Θερμικής και Ηλεκτρικής Ενέργειας:* Ουσιαστικά είναι η εκμετάλλευση του «παραπροϊόντος» της θερμότητας κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς παράγονται ηλεκτρική και θερμική ενέργεια ταυτόχρονα, από την ίδια ενεργειακή πηγή, το σύστημα παρουσιάζει σημαντικά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας. Τα οφέλη από τη χρήση τέτοιων συστημάτων είναι η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων (διοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του θείου, η εξοικονόμηση των ορυκτών καυσίμων και η μείωση του ενεργειακού κόστους καθώς αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης του συστήματος.

2.4.2 Ύδρευση – Αποχέτευση

Ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει ως αρχή του τη βιώσιμη ανάπτυξη και για το λόγο αυτό δεν θα μπορούσε να μη περιλαμβάνει και τη διαχείριση ύδατος και αποβλήτων. Η διατήρηση των υδάτων σε καλή – υγιή κατάσταση και η πρόσβαση όλων σε καθαρό νερό είναι από τα προβλήματα που ήδη η κοινωνία έχει αρχίσει να αντιμετωπίζει. Η κλιματική αλλαγή και η συγκέντρωση των πολιτών σε μεγάλες πόλεις έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τη διάθεση των υδατικών πόρων.

Τα συστήματα εξοικονόμησης ύδατος έχουν ως σκοπό να μειώσουν την κατανάλωσή του σε κάθε μεμονωμένο σημείο χρήσης. Τα πιο ευρέως διαδεδομένα συστήματα εξοικονόμησης ύδατος είναι:

- Παρακολούθηση του δικτύου για τυχόν διαρροές (με συστήματα ανίχνευσης διαρροών)
- Υδραυλικός εξοπλισμός ειδικός για την εξοικονόμηση ύδατος
- Αποδοτικές συσκευές (πχ. χαμηλής ή διπλής χρήσης καζανάκι, μπάνια χαμηλής παροχής, ουρητήρια χωρίς τη χρήση νερού κλπ)
- Χρήση μετρητών και μόνιτορ άμεσα προσβάσιμα στον καταναλωτή για συνεχή ενημέρωση.

Η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υδάτων εφαρμόζεται στα όμβρια ύδατα, το γκρι και το μαύρο νερό. Η συλλογή – αποθήκευση και επαναχρησιμοποίηση των ομβρίων είναι από τις πιο διαδεδομένες πρακτικές. Συλλέγονται από τις οροφές των

κτηρίων και μέσω υδρορροών καταλήγουν στη δεξαμενή αποθήκευσης, που συνήθως βρίσκεται στο υπόγειο του κτηρίου ή θαμμένη στο έδαφος. Η θέση των δεξαμενών (εντός του εδάφους ή το υπόγειο) προστατεύει το νερό από την ηλιακή ακτινοβολία και το διατηρεί σε χαμηλή θερμοκρασία.

Το Γκρι νερό είναι το νερό που προκύπτει μετά από πρωτογενή χρήση (στους νιπτήρες, τα μπάνια, τους νεροχύτες κλπ) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί δευτερογενώς στα καζανάκια, για την καθαριότητα, την πλύση ρούχων ή για πότισμα του κήπου. Το γκρι νερό δεν περιέχει ανθρώπινα ή άλλα απόβλητα και για το λόγο αυτό μπορεί, μετά από επεξεργασία (φυσική, χημική ή βιολογική) να επαχρησιμοποιηθεί. Βασική προϋπόθεση να έχει προβλεφτεί κατά το σχεδιασμό η ξεχωριστή συλλογή τους.

Τέλος το Μαύρο νερό είναι το ακάθατο νερό (κυρίως από τις τουαλέτες του κτηρίου) που απαιτεί πιο εξελιγμένες μεθόδους επεξεργασίας πριν την επαναχρησιμοποίηση ή την απόρριψη του στον τελικό αποδέκτη. Οι βασικοί μέθοδοι επεξεργασίας είναι ίδιοι με το Γκρι νερό και συμπληρώνονται με επιπλέον στάδια αφαίρεσης παθογόνων μικροοργανισμών και απολύμανσης.

2.4.3 Τεχνητός Φωτισμός

Ο τεχνητός φωτισμός παραμένει ένα από τα πιο επίκαιρα θέματα για την επιστήμη της αρχιτεκτονικής, καθώς αποτελεί αντικείμενο συνεχούς μελέτης και εξέλιξης. Η χρήση του καλείται να καλύψει τις λειτουργικές ανάγκες ενός χώρου (βάση συγκεκριμένων κριτηρίων και παραμέτρων ορισμένων από τη νομοθεσία και τους κανόνες της τέχνης & της τεχνικής) και ταυτόχρονα να αναδείξει την αισθητική του χώρου. Όλα τα παραπάνω οφείλουν να μελετώνται και να σχεδιάζονται με γνώμονα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Σωστή επιλογή φωτιστικών και λαμπτήρων (χαμηλής κατανάλωσης)
- Έλεγχος του φωτισμού με αυτοματισμούς (ανιχνευτές παρουσίας ή φυσικού φωτός)
- Έλεγχος του φωτισμού κατά ζώνες
- Επιλογή φωτιστικών και λαμπτήρων με απαγωγή θερμότητας (για να μην επιβαρύνει η χρήση τους τον κλιματισμό του χώρου)
- Έλεγχος του φωτισμού με χρονοδιακόπτες

- Έλεγχος στάθμης φυσικού φωτισμού και συμπλήρωση με τεχνητό ώστε να φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα (συνδυασμός φυσικού – τεχνητού φωτισμού).

2.5 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

2.5.1 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Η ηλιοφάνεια στην Ελλάδα είναι από τις πιο υψηλές στην Ευρώπη, με περίπου 3000 ώρες το χρόνο και μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία 4,6 KWh/m² και βρίσκει την απόλυτη εφαρμογή της στην θέρμανση του νερού χρήσης. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, την μετατρέπουν σε θερμότητα και την αποθηκεύουν σε δεξαμενές μέσω νερού ή άλλου υγρού (Yan et al., 2015). Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από τους ηλιακούς συλλέκτες, το μέσο μεταφοράς, τη δεξαμενή αποθήκευσης, τις σωληνώσεις και τα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμών. Η διάκριση τους γίνεται σε *Άμεσα* & *Έμμεσα* και *Φυσικής* & *Εξαναγκασμένης* κυκλοφορίας:

- Στα *Άμεσα* συστήματα το νερό που κυκλοφορεί στους συλλέκτες και «δέχεται» την ηλιακή ενέργεια είναι το ίδιο που κυκλοφορεί στη δεξαμενή και που τελικά καταναλώνει ο χρήστης. Έχει απλή κατασκευή της δεξαμενής αποθήκευσης, αλλά υπάρχει κίνδυνος να παγώσει ο συλλέκτης και τα καταστραφεί σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.
- Στα *Έμμεσα* συστήματα η ηλιακή ενέργεια που συλλέγει το υγρό μέσα στους συλλέκτες μεταφέρεται στο νερό χρήσης μέσω εναλλάκτη θερμότητας. Στην περίπτωση αυτή το υγρό στους συλλέκτες λόγω των αντιψυκτικών που περιέχει δεν παρουσιάζει φαινόμενα παγώματος.
- Στα συστήματα *Φυσικής* κυκλοφορίας το νερό που θερμαίνεται, ανέρχεται φυσικά στην δεξαμενή αποθήκευσης που βρίσκεται πάνω από τους συλλέκτες, ενώ το ψυχρό νερό ρέει στο κάτω μέρος του συλλέκτη και δημιουργεί κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας. Η κατασκευή και εγκατάσταση του είναι απλή και οικονομική, με αξιοπιστία και χωρίς λειτουργικό κόστος.
- Στα συστήματα *Εξαναγκασμένης* κυκλοφορίας η κυκλοφορία του νερού εξασφαλίζεται μέσω κυκλοφορητή που ελέγχεται από θερμοστάτη, επιτρέποντας τη ροή προς τη δεξαμενή μόνο όταν η θερμοκρασία του νερού στο συλλέκτη είναι μεγαλύτερη από αυτή του νερού στη δεξαμενή. Τα συστήματα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγάλη κλίμακα (πολλαπλοί συλλέκτες ή/και δεξαμενές αποθήκευσης), χωρίς περιορισμό στη θέση της

δεξαμενής αποθήκευσης και με μεγαλύτερο βαθμό αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας (Chen et al., 2009). Ως μειονέκτημα παρουσιάζει το αυξημένο κόστος.

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι διάφορων τύπων:

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα: Χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση πισίνας, όπου η θερμοκρασία του νερού δεν υπερβαίνει τους 25 °C. Το νερό θερμαίνεται στο συλλέκτη και καταλήγει απευθείας στην πισίνα.
- Επίπεδοι συλλέκτες: Αποτελούνται από ένα διαφανές κάλυμμα, μια σκουρόχρωμη επιφάνεια (που απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπει σε θερμότητα) και το κάλυμμα, καλά μονωμένο για μείωση των απωλειών.
- Συλλέκτες κενού: Αποτελούνται από έναν γυάλινο αγωγό με μεταλλική απορροφητική επίστρωση στο εσωτερικό του. Στο κέντρο του διέρχεται αγωγός μέσα στον οποίο κινείται το υγρό μέσο. Η ύπαρξη κενού βοηθά στην επίτευξη πολύ υψηλών θερμοκρασιών, αυξάνοντας κατακόρυφα την απόδοση του συλλέκτη.

2.5.2 Φωτοβολταικά

Τα φωτοβολταικά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε ηλεκτρισμό με τη χρήση ημιαγωγών. Οι ημιαγωγοί συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν συστοιχίες, που παράγουν συνεχές ρεύμα. Εγκαθίστανται αυτόνομα στην οροφή του κτηρίου, αυτόνομα σε οικόπεδο (τροφοδοτώντας με την παραγόμενη ενέργεια το δίκτυο ηλεκτροδότησης) ή ενσωματωμένα στο κέλυφος του κτηρίου. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για την κάλυψη των αναγκών, να αποθηκευτεί για μεταγενέστερη χρήση ή να τροφοδοτήσει το κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ. Ανάλογα με τις ανάγκες και τους διαθέσιμους χώρους εγκατάστασης, γίνεται και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος. Η μέση διάρκεια ζωής των φωτοβολταικών συστημάτων είναι 20 περίπου χρόνια χωρίς ιδιαίτερο κόστος συντήρησης (Messenger & Ventre, 2010).

Στα πλεονεκτήματα τους συγκαταλέγονται, η μη επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ρύπους κατά τη λειτουργία τους, η αθόρυβη λειτουργία, η δυνατότητα ενσωμάτωσης στα δομικά στοιχεία του κτηρίου, η ευκολία επέκτασης σε περίπτωση αύξησης των

ενεργειακών απαιτήσεων, η δυνατότητα που παρέχουν για αυτονομία, ειδικά σε απομακρυσμένες περιοχές όπου η τροφοδοσία με καύσιμα είναι δύσκολη και η συμβολή τους στην επέκταση της βιώσιμης ανάπτυξης (Φραγκιαδάκης, 2007).

2.5.3 Βιομάζα

Ο όρος βιομάζα καλύπτει κάθε οργανικό υλικό που παράγει ενέργεια με την καύση του, με την πιο γνωστή και διαδεδομένη μορφή, το ξύλο που χρησιμοποιείται από την αρχή της ανθρώπινης ιστορίας. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες βιομάζας: η στερεά, η υγρή και η αέρια βιομάζα. Η στερεά βιομάζα (θρύμματα ξύλου, πέλλετ, μπρικέτες, ξύλο) είναι η πιο κοινή στην οικιακή χρήση και μπορεί να καεί απευθείας σε λέβητες στερεών καυσίμων, σόμπες ξύλου ή πέλλετ, ανοιχτά ή κλειστά τζάκια. Ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων αυτών είναι σχετικά μικρότερος από τα αντίστοιχα συστήματα συμβατικών καυσίμων, αλλά δεδομένου ότι η βιομάζα θεωρείται *καθαρό καύσιμο*, προτιμούνται στις περιπτώσεις όπου είναι εφικτή η χρήση τους. Επίσης οι σύγχρονοι λέβητες βιομάζας παρουσιάζουν πια αυτοματοποιημένη λειτουργία, με δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου και προσαρμογή στο ζητούμενο κάθε φορά θερμικό φορτίο.

2.5.4 Αιολική Ενέργεια

Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την αιολική ενέργεια (κινητική ενέργεια των αέριων μαζών) σε ηλεκτρική ενέργεια. Στην Ελλάδα δεν είναι τόσο διαδεδομένη η χρήση τους σε κτήρια εντός του αστικού ιστού, παρά μόνο σε μικρά κτήρια και σε περιοχές που δεν υπάρχει διασύνδεση με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Ως μέρος του Βιοκλιματικού σχεδιασμού μπορούν να τοποθετηθούν στα κτήρια για να βελτιώσουν το ενεργειακό ισοζύγιο και να συμβάλλουν στη μείωση χρήσης συμβατικών καυσίμων. Δύναται να τοποθετηθούν ως αυτόνομα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής με απευθείας κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας ή ως συστήματα συνδεδεμένα στην κεντρική ηλεκτρική εγκατάσταση του κτηρίου, αντισταθμίζοντας μέρους της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορούν να τοποθετηθούν στην οροφή του κτηρίου, στον περιβάλλοντα χώρο ή να ενσωματωθούν στην γενικότερη κατασκευή του κτηρίου. Περιοριστικοί παράγοντες για την επιλογή της θέσης τοποθέτησης αποτελούν: οι ταλαντώσεις και η στάθμη θορύβου κατά τη λειτουργία τους και τυχών πολεοδομικοί περιορισμοί, όπως επίσης και το αιολικό δυναμικό της περιοχής.

2.6 Στρατηγικές Ε.Ε. για την Ενεργειακή Απόδοση και Σχετική Νομοθεσία

Η αρχή της αειφορίας και η προσπάθεια εναρμόνισης με τις επιταγές της, κατευθύνει την Ευρωπαϊκή κοινότητα και κατά συνέπεια και τη Ελλάδα στην υιοθέτηση δράσεων για τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον σε διάφορες τομείς της κοινωνίας. Κοινός στόχος είναι η συνετή κατανάλωση των φυσικών πόρων και της ενέργειας, η μείωση των αποβλήτων και των εκπεμπόμενων ρύπων και η βελτίωση της κατάστασης του περιβάλλοντος. Αποτέλεσμα των προσπαθειών αυτών, αλλά και μέσο για την πραγματοποίησή τους είναι κοινές στρατηγικές και στόχοι, εκφρασμένοι με τη μορφή Οδηγιών, Κανονισμών και Νομοθεσίας. Συγκεκριμένα, οι στόχοι θέτουν το έτος 2020 ως έτος αναφοράς, για την πραγματοποίηση μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 20% σε σχέση με το 1990 και ταυτόχρονα, συμμετοχή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη ενεργειακή κατανάλωση κατά 20% επίσης.

Ο κτηριακός τομέας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, καταναλώνει το 40% περίπου της συνολικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και η μείωση αυτής της ποσότητας αποτελεί προτεραιότητα, που εκφράστηκε με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ (Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings) και αναδιατυπώθηκε με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Μέσω αυτής, τα κράτη – μέλη όφειλαν να ακολουθήσουν τα ακόλουθα:

- Να υιοθετήσουν μια κοινή μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (λαμβάνοντας υπόψη τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηρίου, τα χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης – ψύξης – ζεστού νερού χρήσης – αερισμού – φωτισμού και την επίδραση του περιβάλλοντος με το κτήριο).
- Να καθορίσουν ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, μέσω προδιαγραφών και ορισμού ενός κτηρίου πρότυπο (Κτήριο Αναφοράς) το οποίο αποτελεί μέτρο σύγκρισης με το υπό εξέταση κτήριο.
- Να καταρτίσουν Εθνικά σχέδια με στόχο τα *Κτήρια με σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας (near Zero Energy Building)*, καθώς και ενδιάμεσους στόχους για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων κτηρίων.

- Να θεσπίσουν σύστημα πιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης – ΠΕΑ), ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Οι οδηγίες αυτές ενσωματώθηκαν στην Εθνική νομοθεσία μέσω του Νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων και άλλες διατάξεις» και του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ – ΦΕΚ 407Β/2010), όπως αυτός έχει τροποποιηθεί μέχρι σήμερα, που αποτελεί τη βάση για τον ενεργειακό σχεδιασμό κτηρίων στη χώρα μας. Θέτει ως στόχο τη μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων σε νέα και υφιστάμενα κτήρια και θέτει κριτήρια και παραμέτρους που αφορούν τη δημιουργία συνθηκών άνεσης για τους χρήστες. Ο κανονισμός περιλαμβάνει οδηγίες και προδιαγραφές για το σχεδιασμό του κελύφους, τη χρήση αποδοτικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων και προωθεί τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Περιλαμβάνει την υποχρεωτική σύνταξη Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ) για όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια και την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων μέσω του Ενεργειακού Πιστοποιητικού. Επιπροσθέτως, θεσπίζει ελάχιστα όρια κατανάλωσης ενέργειας για όλα τα κτήρια που υποχρεούνται σε έκδοση ΜΕΑ και θέτει υποχρεωτική την ενεργειακή επιθεώρηση των κτηρίων και των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Για την καλύτερη κατανόηση και εφαρμογή του κανονισμού από τον επιστημονικό και τεχνικό κόσμο, εκδόθηκαν και εγκρίθηκαν οι ακόλουθες Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ:

- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 «Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια».

Οι ΤΟΤΕΕ αυτές μέχρι σήμερα έχουν εμπλουτιστεί και αναθεωρηθεί.

Για τη χρήση των ΑΠΕ, οι κυριότερες σχετικές οδηγίες είναι οι ακόλουθες:

- Οδηγία 2009/28/ΕΚ - Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές
- Οδηγία 54/03/ΕΚ - Κοινοί κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
- Οδηγία 77/01/ΕΚ - Προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
- Οδηγία 96/62/ΕΚ - Κοινοί κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Έχουν ενσωματωθεί στην Εθνική νομοθεσία με τους ακόλουθους νόμους:

- Ν. 3851/2010 – Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις
- ΚΥΑ για φωτοβολταϊκά στα κτήρια – Ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις (κυρίως σε δώματα και στέγες)
- Ν. 3734/2009 – Νέος νόμος και ρυθμίσεις για φωτοβολταϊκά και ΑΠΕ
- Ν. 3468/2006 – Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Σ.Η.Θ.Υ.Α
- Ν. 2773/1999 – Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής
- Ν. 2244/1994 – ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και συμβατικά καύσιμα.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Σκοποί και Στόχοι της Έρευνας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η παρουσίαση των Αρχών του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και παράλληλα η διερεύνηση του βαθμού κατανόησης και αποδοχής από τους πολίτες της σημασίας του Βιοκλιματικού – Ενεργειακού σχεδιασμού. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, που έχει σκοπό να βρει την ισορροπία ανάμεσα στην άνετη διαβίωση & την προστασία της ανθρώπινης υγείας και το σεβασμό προς το περιβάλλον. Καθώς οι παράμετροι και η ειδική ορολογία που αναλύει το θέμα δεν είναι εύκολα κατανοητά ή οικεία για το ευρύ κοινωνικό σύνολο, η έρευνα επικεντρώνεται σε γενικές ερωτήσεις και στο θέμα την εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια κατοικιών κυρίως. Η τακτική αυτή επιλέχθηκε λόγω του έντονου ενδιαφέροντος που παρατηρήθηκε για τις κρατικές δράσεις εξοικονόμησης των κατοικιών, μέσω των δύο προγραμμάτων «Εξοικονόμησης» τα τελευταία χρόνια. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων και μίνι συνέντευξης, ενώ η επιλογή των ερωτήσεων και η διατύπωσή τους έγινε με γνώμονα τη απλότητα και την κατανόηση.

3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα αφορούν:

- Κατά πόσο είναι ενημερωμένος ο πολίτης για την έννοια του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, την ισχύουσα νομοθεσία και τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια
- Σε ποίο βαθμό αντιλαμβάνεται την αξία και τα οφέλη του Βιοκλιματικού σχεδιασμού για τον ίδιο ή το περιβάλλον και
- Σε ποίο βαθμό έχει πρόθεση να ακολουθήσει σε νέο ή ανακαινιζόμενο κτήριο στοιχεία ενεργειακού σχεδιασμού.

3.3 Μέθοδος και Συλλογή Δεδομένων

Για την πραγματοποίηση της έρευνας επιλέχθηκε η χρήση ερωτηματολογίου και για τη συμπλήρωσή του η μίνι συνέντευξη και συζήτηση, για να αποφευχθούν ασάφειες στη διατύπωση των ερωτήσεων και δυσκολία στην επιλογή απαντήσεων. Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε μέσω φόρμας (google forms) για την εύκολη συγκέντρωση των δεδομένων σε ένα μέσο με πολλαπλά σημεία πρόσβασης, σε απλή - κατανοητή γλώσσα και είναι μικρής έκτασης για να έχει σύντομο χρόνο συμπλήρωσης. Αποτελείται από τρία μέρη:

- Α. Δημογραφικά στοιχεία
- Β. Βιοκλιματικός σχεδιασμός (με ερωτήσεις για την κατανόηση των εννοιών και τη αποδοχή τους)
- Γ. Αξιολόγηση Βιοκλιματικού σχεδιασμού (με ερωτήσεις για την αποδοχή και την πρόθεση εναρμόνισης)

Η ερωτήσεις είναι στην πλειοψηφία τους κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής), ώστε τα αποτελέσματα να είναι άμεσα αξιολογήσιμα. Η τελευταία ερώτηση είναι ανοιχτού τύπου και αφορά προσωπικούς λόγους για την μη επιλογή του Βιοκλιματικού σχεδιασμού σε νεοαναγειρόμενο κτήριο.

Ως μέθοδος επιλογής του δείγματος της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η απλή τυχαία δειγματοληψία (Simple Random Sampling) έτσι ώστε να υπάρχει αντιπροσωπευτικό και αξιόπιστο δείγμα. Η περιοχή μελέτης έχει ως πυρήνα το νησί της Ζακύνθου και αφορά άτομα κάθε ηλικίας, μόρφωσης ή επαγγελματικής κατάστασης.

Κατά τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκαν εξίσου έντυπα και απευθείας απαντήσεις στην ηλεκτρονική φόρμα. Όσα ερωτηματολόγια απαντήθηκαν σε έντυπη μορφή, περάστηκαν σε μεταγενέστερο χρόνο στην πλατφόρμα της Google για να είναι όλα τα δεδομένα συγκεντρωμένα. Συγκεντρώθηκαν 188 έγκυρα και πλήρως συμπληρωμένα ερωτηματολόγια, από τα οποία προκύπτουν τα αποτελέσματα της έρευνας που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε μέσω του προγράμματος Excel και των εργαλείων από το Google Forms.

3.4 Περιεχόμενο Ερωτηματολογίου

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της υποκειμενικής αντίληψης, γνώμης και πεποίθησης των πολιτών σχετικά με τον θέμα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, ώστε να καταγραφεί η άποψη τους για το θέμα αυτό και χαρακτηρίζεται ως Ποιοτική έρευνα (Walliman, 2010). Σε αντίθεση με την ποσοτική έρευνα, όπου η ύπαρξη δεδομένων με την μορφή αριθμών – ποσοτήτων καθιστά την αξιολόγηση και επεξεργασία των δεδομένων μια απόλυτη διαδικασία, στην ποιοτική έρευνα μπορεί να υπάρξει υποκειμενικότητα και μερική ασάφεια. Για την αποφυγή αυτών, το περιεχόμενο της παρούσας έρευνας διατηρήθηκε σε απλή έκφραση, με σύντομες και σαφείς ερωτήσεις και χρησιμοποιώντας στις περισσότερες περιπτώσεις τις ερωτήσεις πολλαπλών απαντήσεων από λίστα. Οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο ερωτηματολόγιο είναι οι εξής:

A. Δημογραφικά στοιχεία

1. Φύλο: Άνδρας
 Γυναίκα

2. Ηλικία: < 18
 18 – 24
 25 – 34
 35 – 50
 61 – 67
 > 67

3. Οικογενειακή κατάσταση: Άγαμος
 Έγγαμος

4. Αριθμός μελών νοικοκυριού: 1 - 2
 3 – 5
 > 5

5. Μορφωτικό επίπεδο: Υποχρεωτικής εκπαίδευσης
 Βασικής εκπαίδευσης
 Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

6. Ποια μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας θεωρείτε πιο σημαντικά; (έως 3 απαντήσεις):

- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά
- Χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα
- Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην τοιχοποιία
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο δώμα / στέγη
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης
- Αναβάθμιση συστήματος ψύξης
- Χρήση φωτοβολταϊκών για ιδιοπαραγωγή ενέργειας
- Χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης
- Χρήση ενελλακτικών καυσίμων (pellet, ξύλο, φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ)

Γ. Αξιολόγηση Βιοκλιματικού σχεδιασμού

1. Σε ποιους τομείς θα ωφελούσε η εφαρμογή Βιοκλιματικού σχεδιασμού στα κτήρια:

- Μείωση χρήσης καυσίμων και ενέργειας
- Μείωση ρύπων στην ατμόσφαιρα
- Βελτίωση ή/και διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος
- Βελτίωση του τοπικού κλίματος της περιοχής (μικροκλίμα)
- Μείωση λειτουργικών δαπανών
- Βελτίωση ποιότητας ζωής
- Αναβάθμιση συστήματος ψύξης
- Θερμική / οπτική / ακουστική άνεση
- Αύξηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Εθνικός στόχος)
- Δεν οφελεί

2. Ποια από τα παρακάτω θεωρείτε ως μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού;:

- Υψηλό κόστος
- Δύσκολη εφαρμογή
- Ακριβά υλικά
- Έλλειψη εξειδικευμένων στο αντικείμενο επαγγελματιών
- Κακή εφαρμογή του μέσω της νομοθεσίας
- Περίπλοκα συστήματα, μη εφαρμόσιμα σε όλες τις περιπτώσεις
- Δεν έχει μειονεκτήματα

3. Θα σκεφτόσασταν να βελτιώσετε ενεργειακά την κατοικία σας;; Ναι
Όχι

4. Τι παρεμβάσεις θα κάνατε;;

- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά
- Χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα
- Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην τοιχοποιία
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο δώμα / στέγη
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης
- Αναβάθμιση συστήματος ψύξης
- Χρήση φωτοβολταϊκών για ιδιοπαραγωγή ενέργειας
- Χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης
- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων (pellet, ξύλο, φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ)

5. Γνωρίζετε το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον»;; Ναι
Όχι

6. Σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου, σε τι ποσοστό θα ακολουθούσατε τις Αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού;;

Όχι 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Ναι

7. Αναφέρετε του λόγους που ΔΕΝ θα ακολουθούσατε τις Αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού:

Στο Α. μέρος - Δημογραφικά στοιχεία, έγινε για καταγραφή των παραμέτρων: Φύλο, Ηλικία, Οικογενειακή κατάσταση, Αριθμός μελών νοικοκυριού, Μορφωτικό επίπεδο και Επαγγελματική κατάσταση, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει έλεγχος για την τυχαιότητα και την αντικειμενικότητα του δείγματος. Επίσης μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τις απόψεις της κάθε ομάδας (άγαμοι – οικογένειες, γυναίκες – άνδρες, άνεργοι – εργαζόμενοι – συνταξιούχοι, κλπ) σε σχέση με τις ανάγκες τους.

Στο Β. μέρος - *Βιοκλιματικός σχεδιασμός*, έγινε προσπάθεια καταγραφής του βαθμού κατανόησης των εννοιών από τους ερωτηθέντες και αποτύπωσης της υποκειμενικής τους άποψης για αυτό. Για παράδειγμα, οι ερωτήσεις (1) *Γνωρίζετε τι σημαίνει "Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτηρίου;* και (2) *Ποια από τα παρακάτω χαρακτηριστικά πιστεύετε ότι περιγράφουν ένα Βιοκλιματικό κτήριο;*, συνδυαστικά μας δείχνουν αν το άτομο που έχει ερωτηθεί, γνωρίζει ή νομίζει πως γνωρίζει το αντικείμενο. Στις υπόλοιπες ερωτήσεις του Β. μέρους του ερωτηματολογίου γίνεται καταγραφή των απόψεων των ερωτηθέντων για την αναγκαιότητα εξοικονόμησης ενέργειας και των μέτρων που μπορούν να συμβάλουν σε αυτό. Η επιλογή των επιμέρους μέτρων για την εξοικονόμηση (ερώτηση 6.) έγινε με βάση τις επεμβάσεις που προέβλεπε το πρόγραμμα "Εξοικονόμηση κατ' οίκον» λόγω της μεγάλης δημοτικότητας που είχε καθώς επίσης και διότι τέτοιες δράσεις θα συνεχιστούν με επαναλαμβανόμενα παρόμοια προγράμματα (Εθνικά προγράμματα) τουλάχιστον έως το 2030, με σκοπό την ενεργειακή βελτίωση του κτηριακού αποθέματος της χώρας μας.

Στο Γ. μέρος - *Αξιολόγηση Βιοκλιματικού σχεδιασμού*, έγινε προσπάθεια καταγραφής του βαθμού αποδοχής του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και του βαθμού πρόθεσης εναρμόνισης με αυτόν από τους ερωτηθέντες. Η ερώτηση (1) *Σε ποιους τομείς θα ωφελούσε η εφαρμογή Βιοκλιματικού σχεδιασμού στα κτήρια*, έχει σκοπό να αποτυπώσει και να αναλύσει την άποψη των ερωτηθέντων για τα οφέλη του Βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σχέση με το περιβάλλον, τις συνθήκες διαβίωσης για τον ίδιο και τους οικείους του και την οικονομία. Μέσω των επιλογών του καθενός ιεραρχούνται τα οφέλη αυτά. Η ερώτηση (2) *Ποια από τα παρακάτω θεωρείτε ως μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού;* έχει σκοπό να αποτυπώσει τα εμπόδια εφαρμογής του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και σε συνδυασμό με την ερώτηση (4) *Τι παρεμβάσεις θα κάνατε;* να αναλύσει τις επιλογές των ερωτηθέντων με βάση κριτήρια οικονομικά, γνώσης ή απλότητας της κατασκευής.

Τέλος, οι ερωτήσεις (6) *Σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου, σε τι ποσοστό θα ακολουθούσατε τις Αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού;* και (7) *Αναφέρετε του λόγους που ΔΕΝ θα ακολουθούσατε τις Αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού*, έχουν σκοπό να αποτυπώσουν την επιθυμία των ερωτηθέντων και την πρόθεση τους να εντυπώσουν στις Βιοκλιματικές αρχές και τα οφέλη ενός νέου κτηρίου που έχει κατασκευαστεί με βάση αυτές.

3.5 Στατιστική Ανάλυση

Η ανάλυση των δεδομένων αποτελεί το σημαντικότερο μέρος μιας έρευνας προκειμένου να ερμηνευτούν τα συλλεγμένα δεδομένα και να εξαχθούν τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Η στατιστική ανάλυση εφαρμόζεται περισσότερο σε έρευνες που χαρακτηρίζονται Ποσοτικές, δηλαδή στις έρευνες που τα δεδομένα είναι με τη μορφή αριθμών που εκφράζουν ποσότητες. Σε έρευνες τύπου Ποιοτικές, η ανάλυση των δεδομένων περιλαμβάνει εκτός από την καταγεγραμμένη άποψη για κάθε θέμα και κάθε συζήτηση που έγινε, απορία ή επεξήγηση που ζητήθηκε από τους ερωτηθέντες, όπως επίσης και κάθε έκφραση ή συναίσθημα που μπορούσε να καταγραφεί την ώρα της συνέντευξης. Στην παρούσα έρευνα, η ανάλυση των δεδομένων έγινε μέσω του προγράμματος Excel για την παραγωγή των απαιτούμενων διαγραμμάτων και την εξαγωγή συνδυαστικών συμπερασμάτων. Η επιλογή της συνδυαστικής αντίληψης αποτελεί επιλογή του ερευνητή και περιέχει την υποκειμενική του σκέψη και άποψη.

3.6 Προβλήματα Μελέτης

Η παρούσα διπλωματική διατριβή αποτελείται από δύο μέρη: την περιγραφή των Αρχών του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και την εκπόνηση έρευνας για την κατανόηση και την κοινωνική αποδοχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στο μέρος που αφορά τη έρευνα παρουσιάστηκαν οι κάτωθι περιορισμοί: α) Το δείγμα περιορίστηκε σχεδόν εξ' ολοκλήρου στο νομό της Ζακύνθου, δεδομένης της ανάγκης για μίνι συνέντευξη και συζήτηση κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, β) Η αρχική σχεδίαση του ερωτηματολογίου ήταν σε πολύ μεγαλύτερη έκταση, με περισσότερες ερωτήσεις και μεγαλύτερη ανάλυση, για συμπλήρωση χωρίς τη συμβολή του ερευνητή. Κρίθηκε αναγκαίο να μειωθεί η έκτασή του και να υποστηριχθεί με μίνι συνέντευξη διότι αρκετά ερωτηματολόγια δεν είχαν ολοκληρωθεί, με μεγάλο ποσοστό ερωτήσεων να μένουν αναπάντητες. Στο στάδιο που διαπιστώθηκε το φαινόμενο αυτό, η έρευνα σταμάτησε, το ερωτηματολόγιο αναπροσαρμόστηκε σε άλλη μορφή (τελική μορφή) και διαμορφώθηκε αντιστοίχως και το θέμα της συλλογής των δεδομένων μέσω της μίνι συνέντευξης. Τα δεδομένα που είχαν συλλεχθεί από την αρχική έρευνα δεν περιλαμβάνονται στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

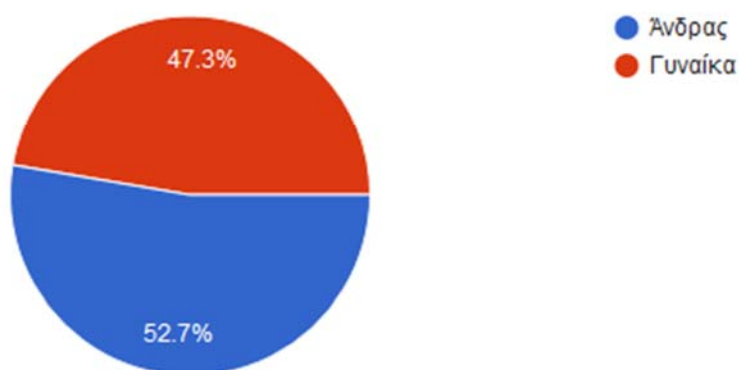
4.1 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Ακολούθως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα κατά ερώτηση.

4.1.1 Μέρος Α. Δημογραφικά στοιχεία

1. Φύλο

188 responses

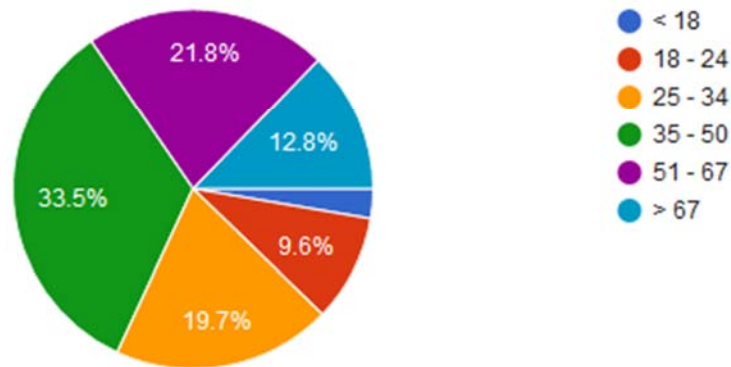


Διάγραμμα 1. Ποσοστό αναλογίας φύλου

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 188 άτομα, από τα οποία 47,3% ήταν γυναίκες και 52,7% άνδρες. Δεν έγινε καμία προτίμηση ως προς το φύλο των συμμετεχόντων καθώς αυτό ήταν τυχαίο, οπότε το δείγμα κρίνεται ικανό ποσοτικά και ποιοτικά. Χαρακτηρίζεται δε ως αντικειμενικό.

2. Ηλικία

188 responses

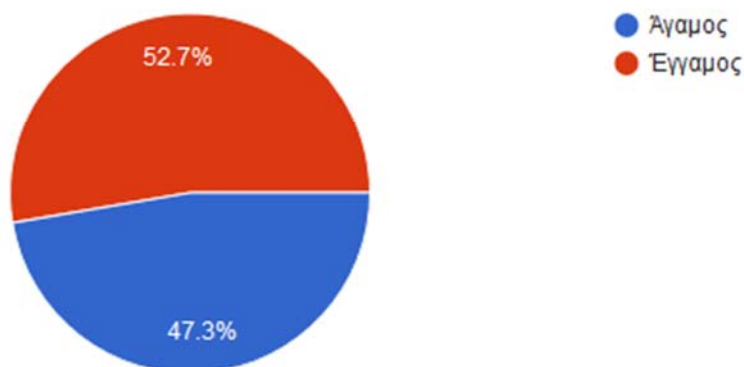


Διάγραμμα 2. Ποσοστά αναλογίας ηλικίας

Στην έρευνα έλαβαν μέρος άτομα όλων των ηλικιών. Για την καλύτερη αξιολόγηση αυτής της παραμέτρου ο δείκτης «Ηλικία» ήταν κατά διαστήματα που σηματοδοτούν αλλαγή στη ζωή του ατόμου (για παράδειγμα 18 – 24 είναι η ηλικία που κάποιος ακόμη σπουδάζει). Το δείγμα ήταν μοιρασμένο σε όλες τις ηλικιακές περιόδους, με το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων (33,5%) να ανήκει στην ηλικιακή περίοδο 35-50, που χαρακτηρίζεται ως η πιο παραγωγική περίοδος.

3. Οικογενειακή κατάσταση

188 responses

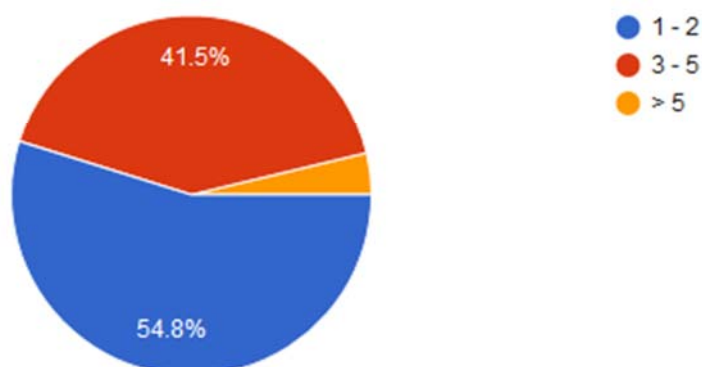


Διάγραμμα 3. Αναλογία οικογενειακής κατάστασης

Ο δείκτης «Οικογενειακή κατάσταση» είναι εξίσου μοιρασμένος σε άγαμα και έγγαμα άτομα.

4. Αριθμός μελών νοικοκυριού

188 responses

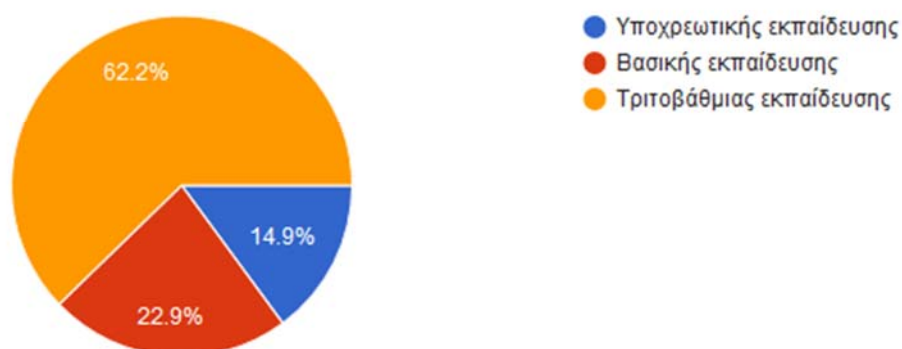


Διάγραμμα 4. Ποσοστό μελών οικογένειας

Στην έρευνα έλαβαν μέρος κατά 54,8% άτομα που ζούσαν μόνα ή σε ζευγάρι και κατά 41,5% άτομα που είχαν οικογένεια μέχρι 5 άτομα. Υπήρξε και ένα μικρό ποσοστό ατόμων που άνηκαν σε πολύτεκνη οικογένεια.

5. Μορφωτικό επίπεδο

188 responses

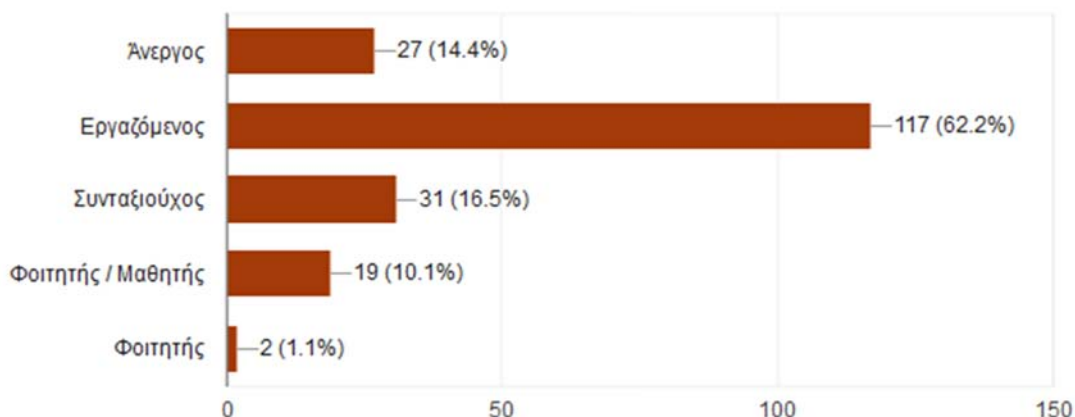


Διάγραμμα 5. Αναλογία μορφωτικού επιπέδου

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (62,2%) ήταν επιπέδου τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ τα ποσοστά για αυτούς της Βασικής και Υποχρεωτικής εκπαίδευσης ήταν 22,9% και 14,9% αντίστοιχα. Δεν κρίθηκε απαραίτητο να γίνει περαιτέρω ανάλυση του παράγοντα «Μορφωτικό επίπεδο».

6. Επαγγελματική κατάσταση

188 responses



Διάγραμμα 6. Αναλογία επαγγελματικής κατάστασης

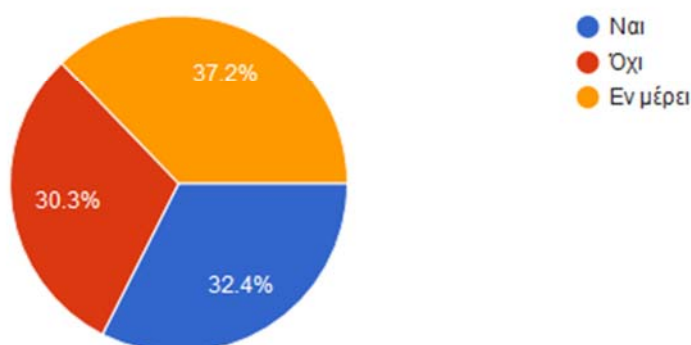
Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων ήταν εργαζόμενοι (κατά ποσοστό 62,2%) ενώ αρκετοί ήταν συνταξιούχοι ή άνεργοι. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπήρξαν λίγες περιπτώσεις όπου συνταξιούχος δήλωσε και εργαζόμενος.

4.1.2 Μέρος Β. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Στο Β. μέρος της έρευνας αποτυπώνεται ο βαθμός κατανόησης των εννοιών του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και της Εξοικονόμησης ενέργειας.

1. Γνωρίζετε τί σημαίνει "Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτηρίου";

188 responses

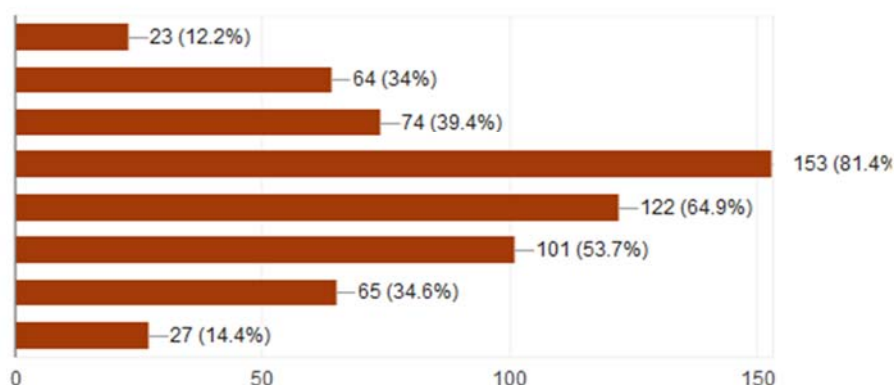


Διάγραμμα 7. Ποσοστό άποψης για τη γνώση του όρου

Η άποψη για την γνώση ή όχι του όρου, μοιράζεται εξίσου σχεδόν στις τρεις επιλογές.

2. Ποιά από τα παρακάτω χαρακτηριστικά πιστεύετε ότι περιγράφουν ένα Βιοκλιματικό κτήριο; 📄

188 responses



- Θερμική άνεση
- Φυσικός αερισμός - δροσισμός
- Σωστός προσανατολισμός των χώρων
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Χρήση ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές
- Επαρκής θερμομόνωση
- Χρήση αποδοτικών συστημάτων για θέρμανση / ψύξη
- Χρήση Παθητικών συστημάτων (θερμοκήπιο, τοίχοι μάζας κλπ)

Διάγραμμα 8. Ποσοστά περιγραφής χαρακτηριστικών

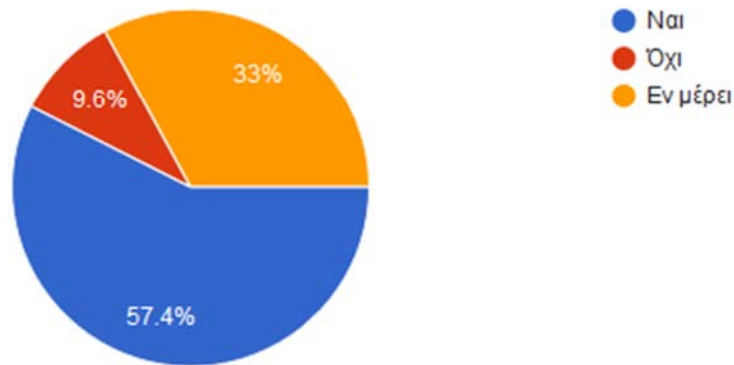
Κατά 81,4% (153 άτομα) το δείγμα θεωρεί ότι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας χαρακτηρίζει το Βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτηρίου. Υψηλά ποσοστά επίσης πήραν η χρήση ενέργειας από ΑΠΕ (64,9%) και η επαρκής θερμομόνωση ενός κτηρίου (53,7%).

Αξιόλογο και αντικείμενο για επιπλέον ανάλυση αποτελεί το γεγονός ότι μόνο 23 άτομα (12,2%) θεώρησαν τη *Θερμική Άνεση* ως μέρος του Βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Η ερώτηση ήταν πολλαπλής επιλογής και επομένως κάθε χαρακτηριστικό αξιολογείται ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα.

3. Γνωρίζετε τί είναι η "Ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου";

188 responses

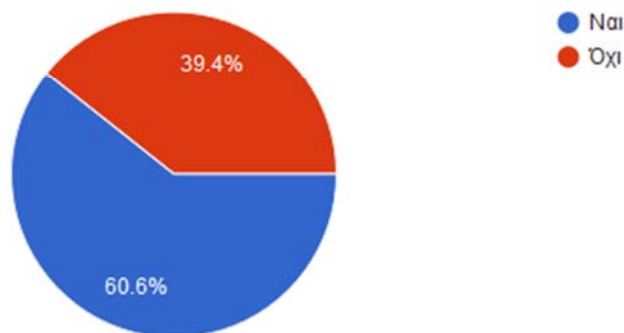


Διάγραμμα 9. Γνώση έννοιας Ενεργειακής αναβάθμισης

Κατά 57,4% το δείγμα θεωρεί ότι γνωρίζει τι είναι η Ενεργειακή αναβάθμιση, ενώ ποσοστό 33% γνωρίζει «Εν μέρει». Μόνο ένα 9,6% δήλωσε ότι δεν κατανοεί τον όρο. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε επίσης ότι τα προγράμματα «Εξοικονομώ» και οι συνεχείς διαφημίσεις διάφορων συστημάτων για την ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών (κουφώματα, αντλίες θερμότητας, ηλιακοί θερμοσίφωνες κλπ) συντέλεσαν στη ενημέρωση και εξοικείωση τους με τους όρους αυτούς.

4. Γνωρίζετε ότι η ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός επιβάλλει στα νέα κτήρια να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας;

188 responses



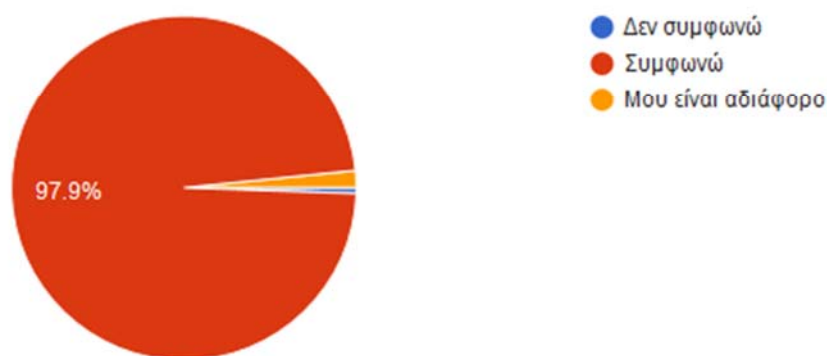
Διάγραμμα 9. Γνώση νομοθεσίας

Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (60,9%) απάντησε ότι γνωρίζει ότι η χαμηλή κατανάλωση είναι υποχρεωτική στα νέα κτήρια, οι περισσότεροι από αυτούς όμως

πιστεύουν ότι με τον τρόπο που εφαρμόζεται και τα συστήματα που επιβάλλει, αυξάνουν κατά πολύ το κόστος κατασκευής του κτηρίου, χωρίς να υπάρχει αμεσότητα στα οφέλη, με αποτέλεσμα την απόσβεση σε μεγάλο χρονικό διάστημα ή και καθόλου αν λάβουμε υπόψη ότι μέχρι να γίνει απόσβεση του συστήματος αυτό θα θέλει αντικατάσταση. Επίσης φόβοι εκφράστηκαν για την επάρκεια της «αγοράς» με τα κατάλληλα συστήματα και υλικά, όπως επίσης και για την ύπαρξη πιστοποίησης.

5. Συμφωνείτε ότι είναι απαραίτητο να γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας;

188 responses

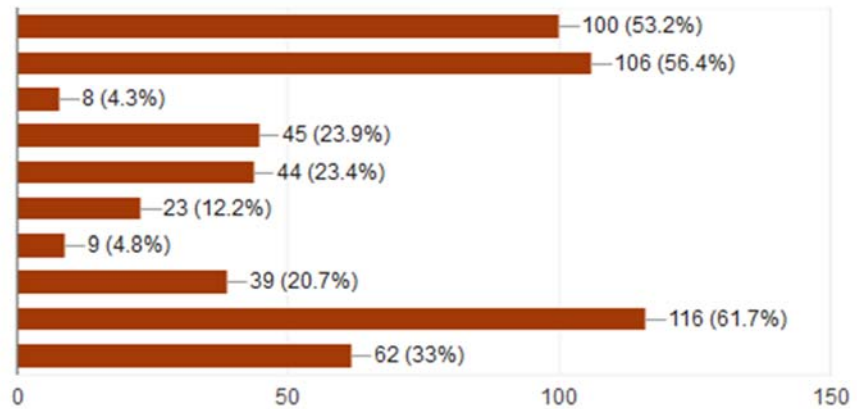


Διάγραμμα 10. Άποψη για την εξοικονόμηση

Το σύνολο σχεδόν των ερωτηθέντων απάντησε ότι συμφωνεί με την αναγκαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας. Σχολιάστηκε το γεγονός ότι η ενέργεια παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενο κόστος και ότι δεν υπάρχει πρόβλεψη για απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα. Σαν κύριος λόγος για την πρόθεση και την επιθυμία για εξοικονόμηση στην ενέργεια εκφράστηκε πρωτίστως το καθαρό κόστος (εκφρασμένο σε χρήματα) και ακολούθως σαν ανάγκη για περισσότερη απλότητα στην καθημερινότητα των πολιτών. Οι καταναλώσεις ενέργειας αυξάνεται συνεχώς, αλλά οι περισσότερες ανάγκες της σημερινής κοινωνίας είναι τεχνητές και μπορούν να χαρακτηριστούν ως μη απαραίτητες, όπως είναι για παράδειγμα η υπέρμετρη εξάρτηση μας από την τεχνολογία.

6. Ποιά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας θεωρείτε πιο σημαντικά; (έως 3 απαντήσεις)

188 responses



- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά
- Χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα
- Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην τοιχοποιία
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο δώμα / στέγη
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης
- Αναβάθμιση συστήματος ψύξης
- Χρήση φωτοβολταϊκών για ιδιοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης
- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων (pellet, ξύλο, φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ)

Διάγραμμα 11. Άποψη για την εξοικονόμηση

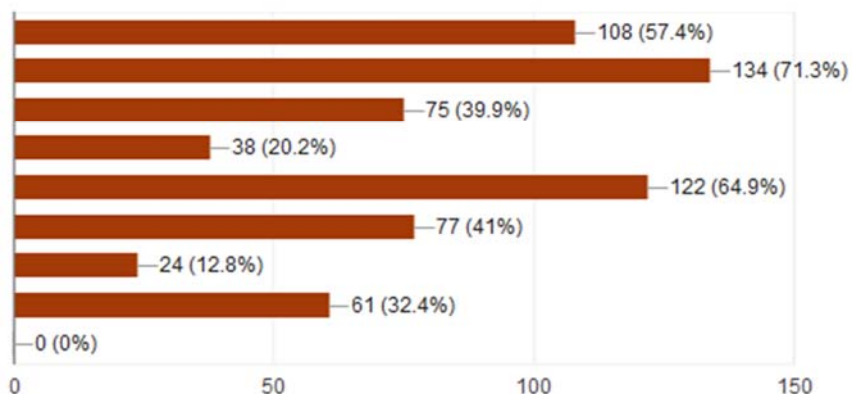
Σε ποσοστό 61,7% (116 άτομα) απάντησαν ότι το πιο σημαντικό μέτρο είναι η χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης, με την τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα (56,4%) να είναι το επόμενο, ενώ τρίτο κατά σπουδαιότητα μέτρο κρίθηκε η αντικατάσταση των κουφωμάτων με ποσοστό 53,2% . Διευκρίνισαν ότι η επιλογή τους επηρεάστηκε από την ευκολία εφαρμογής των συστημάτων αυτών χωρίς μεγάλης έκτασης ανακατασκευές και την άμεση οικονομία που θα έχουν.

4.1.3 Μέρος Γ. Αξιολόγηση Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Στο Γ. μέρος της έρευνας αποτυπώνεται η αποδοχή και πρόθεση εναρμόνισης των ερωτηθέντων με τις αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού.

1. Σε ποιούς τομείς θα οφελούσε η εφαρμογή Βιοκλιματικού σχεδιασμού στα κτήρια;

188 responses



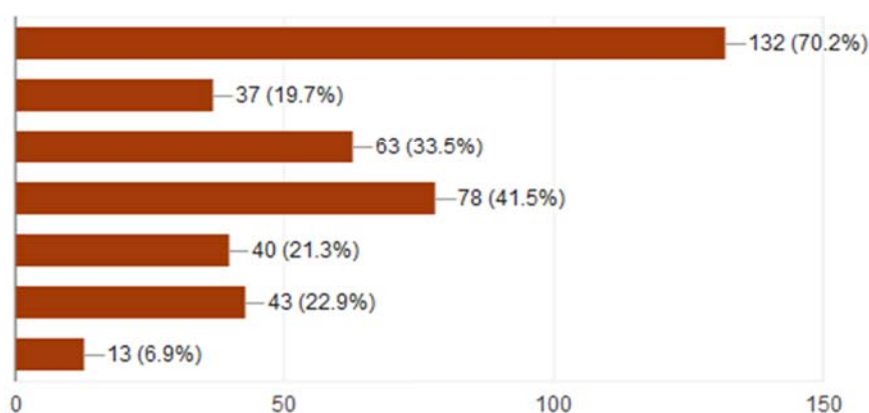
- Μείωση χρήσης καυσίμων - ενέργειας
- Μείωση ρύπων στην ατμόσφαιρα
- Βελτίωση ή/και διατήρηση φυσικού περιβάλλοντος
- Βελτίωση του τοπικού κλίματος τς περιοχής (μικροκλίμα)
- Μείωση λειτουργικών δαπανών
- Βελτίωση ποιότητας ζωής
- Θερμική / οπτική / ακουστική άνεση
- Αύξηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Εθνικός στόχος)
- Δεν οφελεί

Διάγραμμα 12. Άποψη για τα οφέλη

Σε ποσοστό 71,3% οι ερωτηθέντες απάντησαν ότι το όφελος του Βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η μείωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα, ακολουθούν η μείωση των λειτουργικών δαπανών ενός κτηρίου με ποσοστό 64,9% και η μείωση χρήσης καυσίμων και ενέργειας με ποσοστό 57,4%. Η επιλογή *Θερμική / οπτική / ακουστική άνεση* και η *Βελτίωση του μικροκλίματος* προτιμήθηκαν από πολύ μικρό ποσοστό ερωτηθέντων.

2. Ποιά από τα παρακάτω θεωρείτε ως μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού;

188 responses



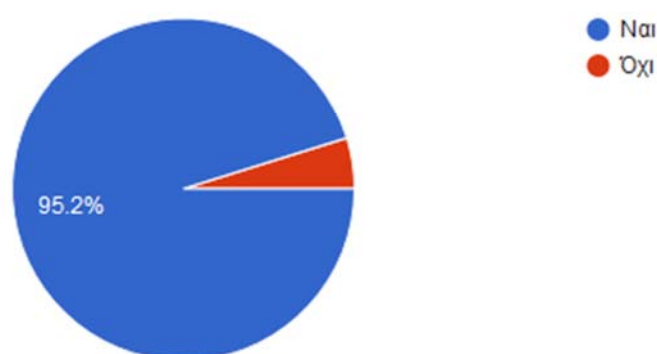
- Υψηλό κόστος
- Δύσκολη εφαρμογή
- Ακριβά υλικά
- Ελλειψη εξειδικευμένων στο αντικείμενο επαγγελματιών
- Κακή εφαρμογή του μέσω της νομοθεσίας
- Περίπλοκα συστήματα, μη εφαρμόσιμα σε όλες τις περιπτώσεις
- Δεν έχει μειονεκτήματα

Διάγραμμα 13. Άποψη για τα μειονεκτήματα

Σε ποσοστό 70,2% οι ερωτηθέντες απάντησαν ότι μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος. Σημαντικά μειονεκτήματα κρίθηκαν και η έλλειψη εξειδικευμένων επαγγελματιών και τα ακριβά υλικά, καθώς όπως χαρακτηριστικά σχολιάστηκε, «μηχανικοί και εργολάβοι κοιτάνε την ευκολία και το εύκολο κέρδος». Ένα μικρό ποσοστό (6,9%) θεωρεί ότι ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν έχει μειονεκτήματα – στην περίπτωση που γίνει σωστή μελέτη και εφαρμοστεί ακριβώς.

3. Θα σκεφτόσασταν να βελτιώσετε ενεργειακά την κατοικίας σας;

188 responses

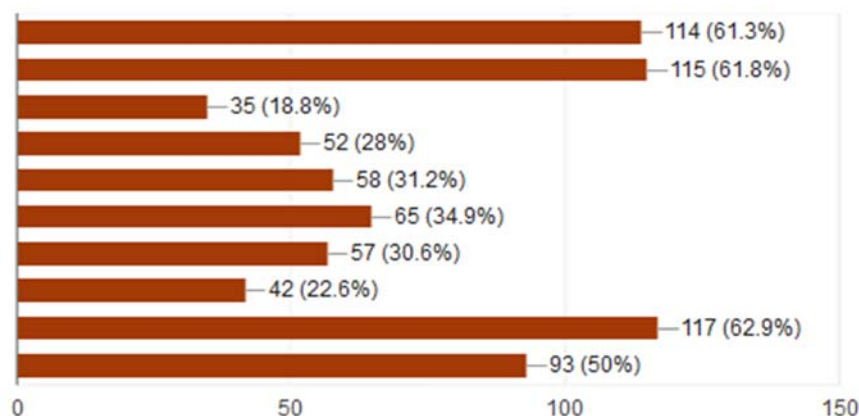


Διάγραμμα 14. Πρόθεση ενεργειακής βελτίωσης της κατοικίας

Το σύνολο σχεδόν των ερωτηθέντων θα ήθελε να βελτιώσει ενεργειακά την κατοικία του.

4. Τί παρεμβάσεις θα κάνατε;

186 responses



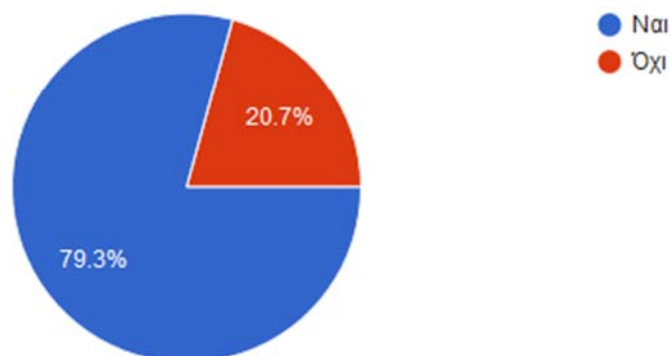
- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά
- Χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα
- Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην τοιχοποιία
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο δώμα / στέγη
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης
- Αναβάθμιση συστήματος ψύξης
- Χρήση φωτοβολταϊκών για ιδιοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης
- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων (pellet, ξύλο, φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ)

Διάγραμμα 15. Είδος επιθυμητών παρεμβάσεων

Σε ποσοστό άνω του 60% οι παρεμβάσεις της αντικατάστασης κουφωμάτων, τοποθέτησης ηλιακού θερμοσίφωνα και η χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης είναι οι προτιμώμενες βελτιώσεις. Η επιλογή των παρεμβάσεων βελτίωσης είναι σε απόλυτη συμφωνία με την επιλογή περί σημαντικότερης παρέμβασης (ερώτηση Β.6) για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια.

5. Γνωρίζετε το πρόγραμμα "Εξοικονόμηση κατ' οίκον";

188 responses



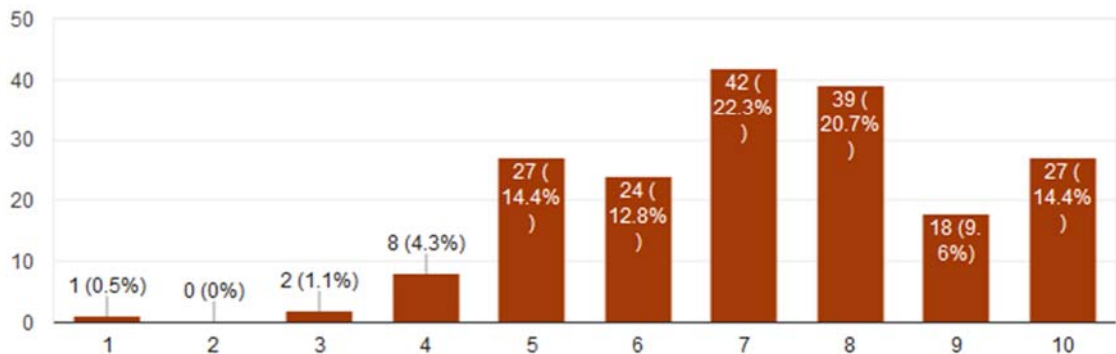
Διάγραμμα 16. Γνώση του προγράμματος

Σε ποσοστό σχεδόν 80% οι ερωτηθέντες γνώριζαν το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον». Από αυτούς που απάντησαν αρνητικά αρκετοί δήλωσαν ότι το έχουν ακούσει, αλλά δεν γνωρίζουν λεπτομέρειες.

6. Σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου, σε τί ποσοστό θα ακολουθούσατε τις αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού;



188 responses



Διάγραμμα 17. Αποδοχή Βιοκλιματικού σχεδιασμού

Σε μεγάλο ποσοστό οι ερωτηθέντες είναι διατεθειμένοι να ακολουθήσουν τις αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι περισσότεροι θα τηρούσαν τις Αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού κατά 70 – 80%.

7. Αναφέρετε τους λόγους που ΔΕΝ θα ακολουθούσατε τις αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού.

47 responses



Διάγραμμα 18. Αιτιολόγηση

Αν και οι απαντήσεις (λόγω της μορφής της ερώτησης – ανοιχτού τύπου) είναι με διαφορετική διατύπωση, εντούτοις φαίνεται ως κύριος αποτρεπτικός λόγος είναι το υψηλό κόστος. Από τα 47 άτομα που απάντησαν τη συγκεκριμένη ερώτηση, τα 32 άτομα θεώρησαν το υψηλό κόστος λόγο μη εφαρμογής. Άλλες απαντήσεις που δόθηκαν ήταν:

- Δεν γνωρίζω το αντικείμενο (9 απαντήσεις)
- Εντός πόλης δεν μπορείς να κάνεις πολλά
- Επιπλέον κόστος - περίπλοκα συστήματα
- Δεν είναι εύκολη η κατασκευή του λόγω έλλειψης εμπειρίας
- Μου φαίνεται περίπλοκο, δε καταλαβαίνω τη χρησιμότητά του
- Λόγω ηλικίας
- Λόγοι αισθητικής, ειδικά σε περιπτώσεις εφαρμογής εκτός πυκνοδομημένου αστικού ιστού

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

5.1 Συμπεράσματα

Τα βασικά συμπεράσματα της έρευνας είναι τα εξής:

- Κατά κύριο λόγο, οι πολίτες πιστεύουν ότι είναι ενημερωμένοι για τις αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού
- Όλοι συμφωνούν με την αναγκαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας και είναι διατεθειμένοι να προβούν σε εργασίες βελτίωσης
- Η πλειοψηφία θεωρεί ότι αποτελεσματικότερα μέτρα είναι η αντικατάσταση κουφωμάτων και η τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα, ενώ η θερμομόνωση του λοιπού κελύφους δεν αποτελεί άμεση προτεραιότητα.
- Οι παρεμβάσεις που τελικά προτιμούνται είναι αυτές που διαφημίζονται από τους επαγγελματίες του τόπου.
- Η ενημέρωση του κόσμου είναι ελλιπής
- Μόνο 23 άτομα (12,2%) θεώρησαν τη θερμική άνεση ως μέρος του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, από τα οποία τα 14 ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 35-50.
- Σε ποσοστό 60% περίπου οι ερωτηθέντες δήλωσαν ότι γνωρίζουν ότι είναι υποχρεωτικό από το Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (NOK) και τον Κ.Εν.Α.Κ. τα νέα κτήρια να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Οι περισσότεροι από αυτούς όμως θεωρούν ότι με τον τρόπο που εφαρμόζεται, αυξάνεται το κόστος κατασκευής του κτηρίου χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα γρήγορης απόσβεσης.
- Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων έχει συνδυάσει την έννοια του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, μόνο με την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Δεν φάνηκε συσχέτιση του όρου «Βιοκλιματικός σχεδιασμός» με τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης.

Οι πολίτες είναι δεκτικοί στην έννοια του Βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτηρίων, αλλά την έχουν συνδυάσει περισσότερο με την εξοικονόμηση ενέργειας ως προσπάθεια μείωσης των εξόδων και όχι με τη γενικότερη φιλοσοφία της Αειφορίας και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου. Οι επιλογές τους καθορίζονται από την άποψή τους αυτή και φαίνεται από την επιλογή των επιθυμητών παρεμβάσεων – παρεμβάσεις που δίνουν άμεσο κέρδος και είναι εύκολα εφαρμόσιμες σε υφιστάμενα κυρίως κτήρια.

Η εναρμόνιση των Ευρωπαϊκών Οδηγιών και κανονισμών στην Εθνική νομοθεσία (κυρίως μέσω Κ.Εν.Α.Κ.) έχει γίνει χωρίς την επαρκή ενημέρωση, όχι μόνο των πολιτών, αλλά και του επιστημονικού και τεχνικού τομέα, που είναι υπεύθυνος για το σχεδιασμό και την εφαρμογή του. Επίσης το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο για τη δόμηση αντικρούεται σε πολλά σημεία με τον Ενεργειακό – Βιοκλιματικό σχεδιασμό που προωθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση. Ποσοστό 41,5% των ερωτηθέντων (78 άτομα) θεώρησαν ως μειονέκτημα την Έλλειψη εξειδικευμένων επαγγελματιών, ενώ 43 άτομα (22,9%) πιστεύουν ότι τα συστήματα και οι τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού είναι περίπλοκα και στις περισσότερες περιπτώσεις δύσκολα στην εφαρμογή τους.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι είναι αναγκαίο να γίνει σωστή ενημέρωση των πολιτών και όλων των εμπλεκόμενων στον επιστημονικό, τεχνικό ή δημόσιο τομέα για την ορθή εφαρμογή των τεχνικών του Ενεργειακού σχεδιασμού, καθώς και αναθεώρηση της υπάρχουσας νομοθεσίας, ώστε να μπορεί να εκμεταλλευτεί τα οφέλη του σχεδιασμού με βάση τις ιδιαίτερες συνθήκες του τόπου εφαρμογής.

Ο Βιοκλιματικός – ενεργειακός σχεδιασμός μπορεί με σωστή μελέτη και εφαρμογή να αποφέρει πολλαπλά οφέλη στους χρήστες ενός κτηρίου, με βασικότερο την προαγωγή βέλτιστου επιπέδου διαβίωσης, σε συνθήκες θερμικής – ακουστικής και οπτικής άνεσης των πολιτών και ακολούθως με τη μείωση των εκπομπών αερίων, την προστασία του περιβάλλοντος και την βελτίωση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού.

Παράρτημα Α

Έρευνα Ερωτηματολογίου

Βιοκλιματικός σχεδιασμός - Κατανόηση & κοινωνική αποδοχή

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται στα πλαίσια της Διπλωματικής μου εργασίας στο τμήμα Διαχείρισης και Προστασίας Περιβάλλοντος του Ανοιχτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Έχει σκοπό να αποτυπώσει το επίπεδο εξοικείωσης των πολιτών με την Έννοια και τις Αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και να καταγράψει το βαθμό κοινωνικής αποδοχής σε ότι αφορά τα οφέλη, την αναγκαιότητα και την δυνατότητα πρόσβασης σε αυτόν.

Το ερωτηματολόγιο είναι εμπιστευτικό και ανώνυμο.

Σας ευχαριστώ πολύ για το χρόνο σας.
Κονιδάρη Γερασιμίνα

*Required

A. Προσωπικά στοιχεία

1. 1. Φύλο *

Mark only one oval.

- Άνδρας
 Γυναίκα

2. 2. Ηλικία *

Mark only one oval.

- < 18
 18 - 24
 25 - 34
 35 - 50
 51 - 67
 > 67

3. 3. Οικογενειακή κατάσταση *

Mark only one oval.

- Άγαμος
 Έγγαμος

4. 4. Αριθμός μελών νοικοκυριού *

Mark only one oval.

1 - 2

3 - 5

> 5

5. 5. Μορφωτικό επίπεδο *

Mark only one oval.

Υποχρεωτικής εκπαίδευσης

Βασικής εκπαίδευσης

Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

6. 6. Επαγγελματική κατάσταση *

Tick all that apply.

Άνεργος

Εργαζόμενος

Συνταξιούχος

Φοιτητής / Μαθητής

B. Βιοκλιματικός σχεδιασμός

7. 1. Γνωρίζετε τί σημαίνει "Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτηρίου"; *

Mark only one oval.

Ναι

Όχι

Εν μέρει

8. 2. Ποιά από τα παρακάτω χαρακτηριστικά πιστεύετε ότι περιγράφουν ένα Βιοκλιματικό κτήριο; *

Tick all that apply.

- Χρήση Παθητικών συστημάτων (θερμοκήπιο, τοίχοι μάζας κλπ)
- Επαρκής θερμομόνωση
- Χρήση ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές
- Φυσικός αερισμός - δροσισμός
- Χρήση αποδοτικών συστημάτων για θέρμανση / ψύξη
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Θερμική άνεση
- Σωστός προσανατολισμός των χώρων

9. 3. Γνωρίζετε τί είναι η "Ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου"; *

Mark only one oval.

- Ναι
- Όχι
- Εν μέρει

10. 4. Γνωρίζετε ότι η ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός επιβάλλει στα νέα κτήρια να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας; *

Mark only one oval.

- Ναι
- Όχι

11. 5. Συμφωνείτε ότι είναι απαραίτητο να γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας; *

Mark only one oval.

- Δεν συμφωνώ
- Συμφωνώ
- Μου είναι αδιάφορο

12. **6. Ποιά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας θεωρείτε πιο σημαντικά; (έως 3 απαντήσεις) ***

Tick all that apply.

- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά
- Χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα
- Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην τοιχοποιία
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο δώμα / στέγη
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης
- Αναβάθμιση συστήματος ψύξης
- Χρήση φωτοβολταϊκών για ιδιοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Χρήση συσκευών χαμηλής κατανάλωσης
- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων (pellet, ξύλο, φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ)

Γ. Αξιολόγηση Βιοκλιματικού σχεδιασμού

13. **1. Σε ποιούς τομείς θα οφελούσε η εφαρμογή Βιοκλιματικού σχεδιασμού στα κτήρια; ***

Tick all that apply.

- Μείωση χρήσης καυσίμων - ενέργειας
- Μείωση ρύπων στην ατμόσφαιρα
- Βελτίωση ή/και διατήρηση φυσικού περιβάλλοντος
- Βελτίωση του τοπικού κλίματος τς περιοχής (μικροκλίμα)
- Μείωση λειτουργικών δαπανών
- Βελτίωση ποιότητας ζωής
- Θερμική / οπτική / ακουστική άνεση
- Αύξηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Εθνικός στόχος)
- Δεν οφελεί

14. **2. Ποιά από τα παρακάτω θεωρείτε ως μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού; ***

Tick all that apply.

- Υψηλό κόστος
- Δύσκολη εφαρμογή
- Ακριβά υλικά
- Έλλειψη εξειδικευμένων στο αντικείμενο επαγγελματιών
- Κακή εφαρμογή του μέσω της νομοθεσίας
- Περίπλοκα συστήματα, μη εφαρμόσιμα σε όλες τις περιπτώσεις
- Δεν έχει μειονεκτήματα

Βιβλιογραφία

1. Adhikari, R.S., Aste, N., Del Pero, C., Manfren, M. (2012). Net Zero Buildings : Expense or Investment?, *Energy Procedia*, 14, pp: 1331-1336
2. Al-Abidi, A.A., Bin Mat, S., Sopian, K., Sulaiman, M.Y., Lim, C.H. & Abdulrahman, T. (2012). Review of Thermal Energy Storage for Air Conditioning Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(8) pp: 5802-5819.
3. Antinucci, M., Asiain, D., Fleury, B., Lopez, J., Maldonado, E., Santamouris, M., Tombazis, A. & Yannas, S. (1992). Passive and Hybrid Cooling of Buildings – State of the Art. *International Journal of Solar Energy* 11 (3-4) pp: 251–271.
4. Aste, N., Adhikari, R., Buzzetti, M. (2010). Beyond the EPBD: The Low Energy Residential Settlement Borgo Solare, *Appl. Energy* 87 pp: 629–642.
5. Atthajariyakul, S. & Leephakpreeda, T. (2004). Real-time Determination of Optimal Indoor-Air Condition for Thermal Comfort, Air Quality and Efficient Energy Usage. *Energy Build* 36 pp: 720–733.
6. Awbi, H.B. (2003). *Ventilation of Buildings*. Spon Press, Abingdon: 287-289.
7. Azari, R. (2014). Integrated Energy and Environmental Life-Cycle Assessment of Office Building Envelopes, *Energy Build*. 82 pp: 156–162.
8. Badescu, V. & Sicre, B. (2003). Renewable Energy for Passive House Heating— Part I: Building Description, *Energy and Buildings* vol. 35 pp: 1077–1084.
9. Badescu, V. & Staicovici, M.D. (2006). Renewable Energy for Passive House Heating: Model of the Active Solar Heating System. *Energy Build*; 38(2) pp:129–141.
10. Ballarini, I., Corrado, V. & Paduos, S. (2014). Assessment of Cost-Optimal Energy Performance Requirements for the Italian Residential Building Stock, *Energy Procedia* 45, pp: 443–452.
11. Bellos, E., Tzivanidis, C., Zisopoulou, E., Mitsopoulos, G. & Antonopoulos, K.A. (2016). An Innovative Trombe Wall as a Passive Heating System for a Building in Athens - A Comparison with the Conventional Trombe Wall and the Insulated Wall. *Energy and Buildings* 13 pp: 754-769.
12. Bojic, M., Nikolic, N., Nikolic, D., Skerlic, J. & Miletic, I. (2011). Toward a Positive NetEnergy Residential Building in Serbian Conditions, *Appl. Energy* 88 pp: 2407–2419.
13. Brandemuehl, M.J. & Braun, J.E. (1999). The Impact of Demand-Controlled and Economizer Ventilation Strategies on Energy Use in Buildings. *ASHRAE Transactions* 105 (2) pp: 39-50.

14. Carlucci, S. & Pagliano, L. (2012). A Review of Indices for the Long-Term Evaluation of the General Thermal Comfort Conditions in Buildings. *Energy Build.* 53, pp:194–205.
15. Castilla, M.d.M., Álvarez, J.D., Rodríguez Diaz, F. & Berenguel, M. (2014). *Comfort in Buildings. Comfort Control in Buildings.* London, Springer London. pp: 39-78.
16. Castilla, M., Alvarez, J.D., Berenguel, M., Pérez, M., Guzmán, J.L. & Rodríguez, F. (2010). Comfort Optimization in a Solar Energy Research Center. In: *IFAC Conference on Control Methodologies and Technology for Energy Efficiency*, Vilamoura, Portugal. pp: 36–41.
17. Cellura, M., Guarino, F., Longo, S. & Mistretta, M. (2014). Energy Life-Cycle Approach in Net Zero Energy Buildings Balance: Operation and Embodied Energy of an Italian Case Study, *Energy Build.* 72 pp: 371–381.
18. Chan, H.-Y., Riffat, S.B. & Zhu, J. (2010). Review of Passive Solar Heating and Cooling Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(2) pp: 781-789.
19. Chen, B.R., Chang, Y.W., Lee, W.S. & Chen, S.L. (2009). Long-term Thermal Performance of a Two-Phase Thermosyphon Solar Water Heater. *Solar Energy* 83(7) pp: 1048-1055.
20. CIBSE (2002). *Code for Lighting.* The Society of Light and Lighting, Rich Hill.
21. Congedo, P. M., Baglivo, C., D'Agostino, D. & Zacà, I. (2015). Cost-Optimal Design for Nearly Zero Energy Office Buildings Located in Warm Climates. *Energy* 91 pp: 967-982.
22. Crawley, D.B. (1998). Which Weather Data Should You Use for Energy Simulations of Commercial Buildings. *ASHRAE Trans.* 104 pp: 498–515.
23. Crawley, D.B., Lawrie, L.K., Winkelmann, F.C., Buhl, W.F., Huang, Y.J., Pedersen, C.O., Strand, R.K., Liesen, R.J., Fisher, D.E., Witte, M.J. & Glazer, J. (2001). *EnergyPlus: Creating a New-Generation Building Energy Simulation Program*, *Energy Build.* 33 pp: 319–331.
24. Crawley, D.B., Hand, J.W., Kummert, M. & Griffith, B.T. (2008). Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs, *Build. Environ.* 43 pp: 661–673.
25. Γεωργιάδου, Ε. (1996). Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης. Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη. pp: 1-275.
26. D'Agostino, D. (2015). Assessment of the Progress Towards the Establishment of Definitions of Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) in European Member States. *Journal of Building Engineering* 1 pp: 20-32.
27. Dall'O', G., Belli, V., Brolis, M., Mozzi, I., Fasano, M. (2013). Nearly Zero-Energy Buildings of the Lombardy Region (Italy), a Case Study of High-Energy Performance Buildings. *Energies* 2013; 6 pp: 3506-3527.

28. Dall'O', G., Galante, A. & Torri, M.A. (2012). Methodology for the Energy Performance Classification of Residential Building Stock on an Urban Scale. *Energy Build* 2012;48 pp:211-219.
29. Dascalaki, E.G., Balaras, C.A., Gaglia, A.G., Droutsas K.G. & Kontoyiannidis S. (2012). Energy Performance of Buildings - EPBD in Greece. *Energy Policy* 2012;45 pp:469-477.
30. Dascalaki, E.G., Balaras, C.A., Kontoyiannidis, S. & Droutsas, K.G. (2016). Modeling Energy Refurbishment Scenarios for the Hellenic Residential Building Stock Towards the 2020 & 2030 Targets. *Energy and Buildings*.
31. Dineen, D., Rogan, F. & Gallachoir B.P.O. (2015). Improved Modelling of Thermal Energy Savings Potential in the Existing Residential Stock Using a Newly Available Data Source. *Energy* 2015;90 pp:759-767.
32. Directive 2002/91/EC (2002). European Parliament and of the Council of 16 December 2002. On the Energy Performance of Buildings.
33. Directive 2010/31/EU (2010). European Parliament and of the Council of 19 May 2010. On the Energy Performance of Buildings (Recast). *Off. J. Eur. Union*: 13-35.
34. Directive 2012/27/EU (2012). European Parliament and of the Council of 25 October 2012. On the Energy Efficiency, Amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and Repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.
35. Dolmans, D. (2011). A Change is Going to Come. A New Mandate: Nearly Zero Energy Buildings, *Eur. HVAC REHVA J.* 48 pp: 34–37.
36. Dominguez-Munoz, F., Cejudo-Lopez, J.M. & Carrillo-Andrés, A. (2010). Uncertainty in Peak Cooling Load Calculations, *Energy Build.* 42 (7) pp: 1010–1018.
37. Dounis, A. I., & Caraiscos, C. (2009). Advanced Control Systems Engineering for Energy and Comfort Management in a Building Environment - A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(6-7) pp: 1246-1261.
38. Dounis, A., Bruant, M., Guarrancino, G., Michel, P. & Santamouris, M.J. (1996). Indoor Air Quality Control by a Fuzzy Reasoning Machine in Naturally Ventilated Buildings. *Applied Energy*; 54(1) pp: 11–28.
39. Emmerich, S.J. & Persily, A.K. (2003). State-of-the-Art Review of CO₂ Demand Controlled Ventilation Technology and Application. NISTIR 6729, National Institute of Standards and Technology, California Energy Commission, Technical report (Demand-Controlled Ventilation Assessment, P-500-03-096-A8) pp: 1-43.
40. European Parliament (2012). Guidelines Accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 Supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council, *Off. J.* pp: 18-36.
41. Eurostat (2016). Primary Production of Energy by Resource

42. Fabrizio, E. (2012). Energy Reduction Measures in Agricultural Greenhouses Heating: Envelope, Systems and Solar Energy Collection, *Energy Build.* 53 pp: 57–63.
43. Fanger, P. O. (1973). Assessment of Man's Thermal Comfort in Practice. *British Journal of Industrial Medicine*, 30(4), pp:313–324.
44. Ferrara, M., Fabrizio, E., Virgone, J. & Filippi, M. (2014). A Simulation-Based Optimization Method for Cost-Optimal Analysis of Nearly Zero Energy Buildings, *Energy Build.*83 (2014) pp:442–457.
45. Fong, K.F. & Lee, C.K. (2012). Towards Net Zero Energy Design for Low-Rise Residential Buildings in Subtropical Hong Kong, *Appl. Energy* 93. pp:686-694.
46. Fisk, W.J. & Rosenfeld A.H. (1997). Estimates of Improved Productivity and Health from Better Indoor Environments. *Indoor Air*; 7. pp:158-172.
47. Frontczak, M. & Wargocki, P. (2011). Literature Survey on how Different Factors Influence Human Comfort in Indoor Environments. *Building Environ.* 46. pp:922–937.
48. Fumo, N., Mago, P. & Luck, R. (2010). Methodology to Estimate Building Energy Consumption Using EnergyPlus Benchmark Models, *Energy Build.* 42. pp: 2331–2337.
49. Φ.Ε.Κ. Α' 89, Νόμος 3661/19-05-2008. Μέτρα για τη Μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτηρίων και άλλες διατάξεις.
50. Φ.Ε.Κ. Β' 407/9-4-2010, Αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825. Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων.
51. Φ.Ε.Κ. Α' 42, Νόμος 4122/19-02-2013. Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις.
52. Φ.Ε.Κ. Α' 143, Νόμος 4342/09-11-2015. Συνταξιοδοτικές Ρυθμίσεις, Ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Οκτώβριου 2012 Για την Ενεργειακή Απόδοση, την Τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την Κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ, όπως Τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2013/12/ΕΕ του Συμβουλίου της 13ης Μαΐου 2013 Για την Προσαρμογή της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την Ενεργειακή Απόδοση, λόγω της Προσχώρησης της Δημοκρατίας της Κροατίας» και άλλες διατάξεις.
53. Gangoellis, M., Casals, M., Forcada, N., Macarulla, M. & Cuerva, E. (2016). Energy apping of Existing Building Stock in Spain. *J Clean Prod* 2016; 112(5) pp:3895-3904.
54. Ganic, N. & Yilmaz, A.Z. (2014). Adaptation of the Cost Optimal Level Calculation Method of Directive 2010/31/EU Considering the Influence of Turkish National Factors, *Appl. Energy* 143. pp: 94–107.

55. Gelezenis, J., Diakoulaki, D., Lampropoulou, H., Giannakidis, G., Samarakou, M. & Plytas, N. (2014). Perspectives of Energy Efficient Technologies Penetration in the Hellenic Domestic Sector, Through the Analysis of Energy Performance Certificates. *Energy Policy* 2014 67 pp:56-67.
56. Goia, F., Haase, M. & Perino, M. (2013). Optimizing the Configuration of a Facade Module for Office Buildings by Means of Integrated Thermal and Lighting Simulations in a Total Energy Perspective, *Appl. Energy* 108. pp: 515–527.
57. Gustavsson, L. & Joelsson, A. (2010). Life Cycle Primary Energy Analysis of Residential Building, *Energy Build.* 42. pp: 210–220.
58. Hamdy, A.M., Hasan, A. & Siren, K. (2013). Multi-stage Optimization Method for CostOptimal and Nearly-Zero-Energy Building Solutions in Line with the EPBD-recast2010, *Energy Build.* 56. pp: 189–203.
59. Hastings, R. (2013). *Passive Solar Heating in Built Environment. Sustainable Built Environments.* Springer New York. pp:437-463.
60. ISO 15927-4 (2005). *Hourly Data for Assessing the Annual Energy Use for Heating and Cooling.*
61. Kolokotsa, D., Tsiavos, D., Stavrakakis, G.S., Kalaitzakis, K. & Antonidakis, E. (2001). Advanced Fuzzy Logic Controllers Design and Evaluation for Buildings Occupants Thermal–Visual Comfort and Indoor Air Quality Satisfaction. *Energy and Buildings* 33(6) pp: 531-543.
62. Krawietz, S. A. (2009). *Passive Solar Heating Methods for Energy Efficient Architecture.* Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I – Vol. V): Solar Energy and Human Settlement. D. Y. Goswami and Y. Zhao. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg. pp: 862-866.
63. Kurnitski, J., Saari, A., Kalamees, T., Vuolle, M. Niemela, J. & Tark, T. (2011). Cost Optimal and Nearly Zero (nZEB) Energy Performance Calculations for Residential Buildings with REHVA Definition for nZEB National Implementation, *Energy Build.*43 pp: 3279–3288.
64. Kurnitski, J. (2013). *Nearly Zero-Energy Building's (nZEB) Definitions and Assessment Boundaries. Cost Optimal and Nearly Zero-Energy Buildings (nZEB): Definitions, Calculation Principles and Case Studies.* J. Kurnitski. London, Springer London pp: 7-30.
65. Lechtenböhmer, S., & Schüring, A. (2011). The Potential for Large-Scale Savings from Insulating Residential Buildings in the EU. *Energy Efficiency* 4(2) pp: 257-270.
66. Lund, H., Marszal, A. & Heiselberg, P. (2011). Zero Energy Buildings and Mismatch Compensation Factors. *Energy and Buildings* 43(7) pp: 1646-1654.
67. Mara, T. & Tarantola, S. (2008). Application of Global Sensitivity Analysis of Model Output to Building Thermal Simulations, *Build. Simul.* 1 (4) pp: 290–302.

68. Marszal, A.J., Heiselberg, P., Bourrell, J.S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I. & Napolitano, A. (2011). Zero Energy Building – A Review of Definitions and Calculation Methodologies. *Energy and Buildings* 43(4) pp: 971-979.
69. Marszal, A.J., Heiselberg, P., Lund Jensen, R. & Nørgaard, J. (2012). On-Site or Off-Site Renewable Energy Supply Options; Life Cycle Cost Analysis of a Net Zero Energy Building in Denmark, *Renew. Energy* 44 pp: 154–165.
70. Magrini, A., (2014). *Building Refurbishment for Energy Performance*. Springer International Publishing.
71. Mateus, N.M. Pinto, A. & Carrilho da Grac, G. (2014). Validation of EnergyPlus Thermal Simulation of a Double Skin Naturally and Mechanically Ventilated Test Cell, *Energy Build.* 75 pp: 511–522.
72. Mazria, E. (1979). *The Passive Solar Energy Book*. Emmaus, PA. Rodale Pres: 1-435.
73. Menberg, K., Heo, S. & Choudhary, R. (2016). Sensitivity Analysis Methods for Building Energy Models: Comparing Computational Costs and Extractable Information. *Energy and Buildings* 133 pp: 433-445.
74. Mlecnik, E. (2012). Defining Nearly Zero-Energy Housing in Belgium and the Netherlands. *Energy Efficiency* 5(3) pp: 411-431.
75. Mohameda, A. Hasanb, A. & Sirén, K. (2014). Fulfillment of Net-Zero Energy Building (NZEB) with Four Metrics in a Single Family House with Different Heating Alternatives, *Appl. Energy* 114 pp: 385–399.
76. Moran, F., Natarajan, S. & Nikolopoulou, M. (2012). Developing a Database of Energy Use for Historic Dwellings in Bath, UK. *Energy Build* 2012;55:218-226.
77. Nestico, A., De Mare, G., Fiore, P. & Pipolo, O. (2014). A Model for the Economic Evaluation of Energetic Requalification Projects in Buildings. A Real Case Application. *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2014: 14th International Conference, Guimarães, Portugal, June 30 – July 3, 2014, Proceedings, Part II. B*.
78. Murgante, S. Misra, A. M. A. C. Rocha et al. Cham, Springer International Publishing pp: 563-578.
79. Μάντζιου, Ε. (2009). *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα*. Αθήνα: Έργον IV Εκδόσεις Αρχιτεκτονικών Βιβλίων.
80. Nikolaidis, A.I., Milidonis, A. & Charalambous, C.A. (2015). Impact of Fuel-Dependent Electricity Retail Charges on the Value of Net-Metered PV Applications in Vertically Integrated Systems. *Energy Policy* 79 pp: 150-160.
81. Oliveira Panão, M.J.N., Rebelo, M.P.& Camelo, S.M.L. (2013). How Low Should be the Energy Required by a Nearly Zero-Energy Building; The Load/Generation Energy Balance of Mediterranean Housing, *Energy Build.* 61 pp: 161–171.

82. Pernigotto, G., Prada, A., Costola, B., Gasparella, A. & Hensen, J.L.M. (2014). Multi-year and Reference Year Weather Data for Building Energy Labelling in North Italy Climates, *Energy Build.* 72 pp: 62–72.
83. Peles, S. Ahuja, S. & Narayanan, S. (2012). Uncertainty Quantification in Energy Efficient Building Performance Simulations, *Proceedings of 2nd International High Performance Buildings Conference.*
84. Pikas, E., Thalfeldt, M. & Kurnitski, J. (2014). Cost Optimal and Nearly Zero Energy Building Solutions for Office Buildings, *Energy Build.* 74 pp: 30–42.
85. prEN 13779 (2007). Ventilation for Non-Residential Buildings: Performance Requirements for Ventilation and Room-Conditioning Systems. European Committee for Standardization, Brussels.
86. prEN 15251 (2007). Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics. European Committee for Standardization, Brussels.
87. Παπαδόπουλος, Α. (2006). Θερμική Άνεση στα Κτίρια, Νέα Πρότυπα και Βελτίωση Θερμικής Άνεσης στα Κτίρια.
88. Rayment, M., Pirgmaier, E., De Ceuster, G., Hinterberger, F., Kuik, O., Gower, H. L., Polzin, C. & Varma, A. (2009). The Economic Benefits of Environmental Policy, A Project Under the Framework Contract for Economic Analysis. European Commission Project ENV.G.1/FRA/2006/0073.
89. Redlich, C.A., Sparer, J. & Cullen, R. (1997). Sick Building Syndrome. *The Lancet* 349(9057) pp:1013-1016.
90. Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M. & Tarantola, S. (2008). *Global Sensitivity Analysis: The Primer*, John Wiley & Sons.
91. Santamouris, M. & Kolokotsa, D. (2013). Passive Cooling Dissipation Techniques for Buildings and Other Structures: The State of the Art. *Energy and Buildings* 57 pp: 74-94.
92. Shukla, A., Buddhi, D. & Sawhney, R.L. (2009). Solar Water Heaters with Phase Change Material Thermal Energy Storage mMedium: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(8) pp: 2119-2125.
93. Sick, F. & Erge, T. (1996) *Photovoltaics in Buildings: A Design Handbook for Architects and Engineers*. London UK: James & James Limited pp: 1-282.
94. Spitz, C., Mora, L., Wurtz, E. & Jay, A. (2012). Practical Application of Uncertainty Analysis and Sensitivity Analysis on an Experimental House, *Energy Build.* 55 pp: 459–470.
95. Spyridaki, N. A., Ioannou, A., Flamos, A. & Oikonomou, V. (2016). An Ex-Post Assessment of the Regulation on the Energy Performance of Buildings in Greece

- and the Netherlands - a Cross-Country Comparison. *Energy Efficiency* 9(2) pp: 261-279.
96. Taha, H., Akbari, H., Rosenfeld, A. & Huang, J. (1988). Residential Cooling Loads and the Urban Heat Island - The Effects of Albedo. *Building and Environment* 23(4) pp: 271-283.
 97. Torcellini, P., Pless, S., Deru, M. & Crawley, D. (2006). Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition, National Renewable Energy Laboratory and Department of Energy, US pp: 1-15.
 98. Tzikopoulos, A.F., Karatza, M.C. & Paravantis, J. A. (2005). Modeling Energy Efficiency of Bioclimatic Buildings. *Energy and Buildings* 37(5) pp: 529-544.
 99. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2012a). ΔΕ1: Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών, Εισαγωγή στον Τομέα της Ενέργειας, Αθήνα.
 100. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2012b). ΔΕ3: Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών, Κλίμα και Εσωτερικό Περιβάλλον. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, Αθήνα.
 101. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2012c). ΔΚ1: Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών, Θεσμικό Πλαίσιο - Μεθοδολογία Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, Αθήνα.
 102. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2010a). Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, Αθήνα.
 103. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2010b). Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010: Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτηρίων, Αθήνα.
 104. Verbeeck, G. & Hens, H. (2010). Life Cycle Inventory of Buildings: a Calculation Method, *Build. Energy* 45 pp: 1037-1041.
 105. Wang, L., Gwilliam, J. & Jones, P. (2009). Case Study of Zero Energy House Design in UK. *Energy and Buildings* 41(11) pp: 1215-1222.
 106. Watson, D. (2013). Bioclimatic Design. *Sustainable Built Environments*. V. Loftness and D. Haase. New York, NY, Springer New York pp: 1-30.
 107. Yan, C., Wang, S., Ma, Z. & Shi, W. (2015). A Simplified Method for Optimal Design of Solar Water Heating Systems based on Life-Cycle Energy Analysis. *Renewable Energy* 74 pp: 271-278.
 108. Yang, Z. & Becerik-Gerber, B. (2015). A Model Calibration Framework for Simultaneous Multi-Level Building Energy Simulation, *Appl. Energy* 149 pp: 415-431.
 109. Zalewski, L., Lassue, S., Duthoit, B. & Butez, M. (2002). Study of Solar Walls - Validating a Simulation Model, *Build. Environ* pp: 109-121.

110. Zhang, R., Lam, K.P., Yao, S.S. & Zhang, Y. (2013). Coupled EnergyPlus and Computational Fluid Dynamics Simulation for Natural Ventilation, *Build. Environ.* 68 pp: 100–113.
111. Zhou, Y.P., Wu, J.Y., Wang, R.Z., Shiochi, S. & Li, Y.M. (2010). Simulation and Experimental Validation of the Variable-Refrigerant-Volume (VRV) Air-Conditioning System in EnergyPlus, *Energy Build.* 40 pp: 1041–1047.
112. Χατζηαθανασίου Α, Λύτρας Κ., 2000. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
113. Λάζαρη Ε., Τζανακάκη Ε. (2002). Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
114. Badescu, V. & Staicovici, M.D. (2006). Renewable Energy for Passive House Heating: Model of the Active Solar Heating System. *Energy Build*; 38(2) pp:129-141.
115. Krawietz, S.A. (2009). Passive Solar Heating Methods for Energy Efficient Architecture. *Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I – Vol. V): Solar Energy and Human Settlement.* D.Y. Goswami and Y. Zhao. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg. pp: 862-866.
116. Bellos, E., Tzivanidis, C., Zisopoulou, E., Mitsopoulos, G. & Antonopoulos, K.A. (2016). An Innovative Trombe Wall as a Passive Heating System for a Building in Athens - A Comparison with the Conventional Trombe Wall and the Insulated Wall. *Energy and Buildings* 133. pp: 754-769
117. Yan, C., Wang, S., Ma, Z. & Shi, W. (2015). A Simplified Method for Optimal Design of Solar Water Heating Systems based on Life-Cycle Energy Analysis. *Renewable Energy* 74. pp: 271-278.
118. Chen, B.R., Chang, Y.W., Lee, W.S. & Chen, S.L. (2009). Long-term Thermal Performance of a Two-Phase Thermosyphon Solar Water Heater. *Solar Energy* 83(7). pp: 1048-1055.
119. Messenger, R., Ventre, J. (2010). *Photovoltaic Systems Engineering* (third edition). New York: CRC Press.
120. Φραγκιαδάκης Ι.Ε. (2007). Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εκδόσεις ΖΗΤΗ Θεσσαλονίκη