

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Συγκριτική μελέτη των απόψεων των πολιτικών μηχανικών ως προς τα διαθέσιμα συστήματα θέρμανσης και ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίου.

**Όνομα Επώνυμο
Ναπολέων Τριανταφυλλόπουλος**

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γεώργιος Εύδης**

Μάιος, 2019

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Συγκριτική μελέτη των απόψεων των πολιτικών μηχανικών ως προς τα διαθέσιμα συστήματα θέρμανσης και ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίου.

Ναπολέων Τριανταφυλλόπουλος

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γεώργιος Ξύδης**

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, 2019

Περίληψη

Εισαγωγή : Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί υψηλή προτεραιότητα στις ανεπτυγμένες χώρες. Για το λόγο αυτό, εφαρμόζονται ενεργειακά αποδοτικά μέτρα σε όλους τους τομείς. Ο οικιακός τομέας είναι υπεύθυνος για ένα σημαντικό μέρος της κατανάλωσης ενέργειας στον κόσμο. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ενέργειας χρησιμοποιείται σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης και τεχνητού αερισμού.

Σκοπός: Σκοπός του παρόντος πονήματος είναι η βιβλιογραφικά ανασκόπηση και η ερευνητική προσέγγιση της τεχνοοικονομικής εξέτασης των συστημάτων θέρμανσης ή ενεργειακής αναβάθμισης κελύφους κτιρίου. Για την υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε σύγχρονη βιβλιογραφία που αναζητήθηκε από έγκυρες βάσεις δεδομένων και μεθοδολογική προσέγγιση μέσα από τη διεξαγωγή ποσοτικής έρευνας.

Αναγκαιότητα της μελέτης : Με βάση τη μελέτη των ερευνών παρατηρήθηκε πως στην εγχώρια βιβλιογραφία παρουσιάζεται μια αδυναμία ως προς την καταγραφή των απόψεων των πολιτικών μηχανικών σχετικά με τη σύγκριση των διαθέσιμων συστημάτων θέρμανσης και της ενεργειακής αναβάθμισης του κελύφους κτιρίου. Οι περισσότερες μελέτες παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συστημάτων. Για το λόγο αυτό κρίθηκε αναγκαία η μελέτη των απόψεων των πολιτικών μηχανικών τόσο σε σύγκριση των διαθέσιμων συστημάτων όσο και από την ερευνητική σκοπιά της αποδοτικότητας και της οικονομίας. Ταυτόχρονα η διεθνής αρθρογραφία παρουσιάζει καταγραφή εμπειρικών και ποιοτικών ερευνών σε σχέση με το συγκεκριμένο θέμα καθιστώντας την ανάγκη παροχής αποτελεσμάτων από τις απόψεις των ίδιων των πολιτικών μηχανικών επιτακτική τόσο για την ενημέρωση του επιστημονικού κοινού όσο και τον προσδιορισμό των οικονομικότερων και βέλτιστων λύσεων ψύξης και θέρμανσης.

Λέξεις κλειδιά : εξοικονόμηση ενέργειας, κέλυφος κτιρίου, συστήματα θέρμανσης, συστήματα ψύξης, ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων

Summary

Introduction: Energy saving is a top priority in developed countries. For this reason, energy-efficient measures are applied in all sectors. The domestic sector is responsible for a significant part of the world's energy consumption. Most of this energy is used in heating, cooling and ventilation systems.

Purpose: The aim of this essay is the bibliographic review and the research approach of the techno-economic examination of heating systems or building envelope energy upgrading. For the implementation, a modern bibliography was searched for by valid databases and a methodological approach through quantitative research.

Necessity of the study: Based on the study of the studies, it was observed that in the domestic literature there is a weakness in the recording of the views of the civil engineers on the comparison of the available heating and energy upgrading of the building shell. Most studies have advantages and disadvantages of the systems. For this reason it was considered necessary to study the views of civil engineers both in comparison of the available systems and in the research aspect of efficiency and economy. At the same time, the international literature presents an inventory of empirical research and qualitative variables in relation to the specific subject, making it necessary to provide results from the views of the political engineers themselves, both to inform the scientific community and to identify the most economical and optimal solutions for cooling and heating.

Keywords: energy saving, building shell, heating systems, cooling systems, energy performance of buildings

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον εποπτεύοντα καθηγητή μου κύριο Ξύδη Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθειά του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας καθώς και στους συναδέλφους πολιτικούς μηχανικούς για την συνδρομή τους στο ερευνητικό μέρος της εργασίας μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iv
Summary	v
Ευχαριστίες	vi
Κεφάλαιο 1	1
Ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων.....	1
1.1 Οδηγία 2010/31 / ΕΕ (EPBD).....	1
1.1.1 Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση στις κατασκευές.....	2
1.2 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (KENAK).....	3
1.3 Ενεργειακά αποδοτικό κτίριο.....	5
1.4 Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης	7
1.5 Ο βαθμός αστικοποίησης στην ευρωπαϊκή ένωση.....	8
1.6 Οι ανάγκες μείωσης της κατανάλωσης στην ευρωπαϊκή ένωση	10
Κεφάλαιο 2	12
Βιώσιμη Ανάπτυξη Κτιρίων.....	12
2.1 Θερμική απόδοση των κτιρίων	12
2.2 Τα δομικά ενεργειακά συστήματα	13
2.3 Πολυεργειακό σύστημα κτιρίου.....	14
2.4 Σύστημα καθαρού μηδενικού ενεργειακού κόστους, συν- ενέργεια	16
Κεφάλαιο 3	18
Μεθοδολογία έρευνας.....	18
3.1 Σκοπός της έρευνας.....	18
3.2 Εργαλείο της έρευνας.....	18
3.3 Αξιοπιστία και εγκυρότητα	19
3.4 Κριτήρια επιλογής δείγματος και πληθυσμός.....	20
3.5 Δείγμα και δειγματοληψία	20

3.6 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων	21
Κεφάλαιο 4	22
Αποτελέσματα έρευνας.....	22
4.1 Δημογραφικά στοιχεία	22
4.2 Ειδικό μέρος.....	34
4.3 Διασταυρώσεις απαντήσεων	71
4.4 Συσχετίσεις των μεταβλητών	77
Κεφάλαιο 5	79
ΕΥΡΗΜΑΤΑ -ΣΥΖΗΤΗΣΗ	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	85
Παράρτημα1: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	87

Κεφάλαιο 1

Ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων

1.1 Οδηγία 2010/31 / ΕΕ (EPBD)

Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής της ΕΕ έχουν αναγνωρίσει εδώ και πολύ καιρό τη σημασία της οικοδόμησης των επιδόσεων στην προσπάθεια μετριασμού της κλιματικής αλλαγής - αρχίζοντας από την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) και την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση (EED) - αλλά καταγράφοντας το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας το κτίριο των ακινήτων αποτελεί πρόκληση.

Η οδηγία 2010/31 / ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για τις ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων (EPBD) σχεδιάστηκε προκειμένου να επιτευχθεί ο 20% ενδεικτικός στόχος για βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης κατά το 2020 κλίμα και ενέργεια.

Διατάξεις του EPBD:

- να συμπεριληφθεί η απαίτηση για τα κράτη μέλη να εκπονήσουν πιστοποιητικά ενεργειακών επιδόσεων για την πώληση ή μίσθωση κτιρίων,
- να θεσπιστούν συστήματα επιθεώρησης για τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού (ή να θεσπιστούν μέτρα ισοδύναμου αποτελέσματος),

- να ορίσει ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια, για την ανακαίνιση κτιρίων και για την αντικατάσταση ή την ανακαίνιση δομικών στοιχείων τους, και
- κατάρτιση καταλόγων εθνικών χρηματοδοτικών μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

1.1.1 Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση στις κατασκευές

Τα κράτη μέλη πρέπει να υποστηρίξουν την αναβάθμιση των ενεργειακών επιδόσεων των υφιστάμενων κτιρίων που συμβάλλουν στην επίτευξη υγιούς εσωτερικού περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων μέσω της απομάκρυνσης του αμιάντου και άλλων επιβλαβών ουσιών, την πρόληψη της παράνομης απομάκρυνσης επιβλαβών ουσιών και τη διευκόλυνση της συμμόρφωσης με τις υφιστάμενες νομοθετικές πράξεις όπως οι οδηγίες 2009 / 148 / ΕΚ και (ΕΕ) 2016/2284 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.

Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι τα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων δεν επικεντρώνονται μόνο στο φάκελο του κτιρίου, αλλά περιλαμβάνουν όλα τα σχετικά στοιχεία και τα τεχνικά συστήματα ενός κτιρίου, όπως παθητικά στοιχεία που συμμετέχουν σε παθητικές τεχνικές που αποσκοπούν στη μείωση των ενεργειακών αναγκών για τη θέρμανση ή την ψύξη, τη χρήση ενέργειας για φωτισμό και αερισμό και ως εκ τούτου τη βελτίωση της θερμικής και οπτικής άνεσης.

Οι λύσεις που βασίζονται στη φύση, όπως η καλά σχεδιασμένη βλάστηση του δρόμου, οι πράσινες στέγες και οι τοίχοι που παρέχουν μόνωση και σκίαση στα κτίρια, συμβάλλουν στη μείωση της ενεργειακής ζήτησης περιορίζοντας την ανάγκη θέρμανσης και ψύξης και βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Για τα νέα κτίρια και τα κτίρια που υπόκεινται σε σημαντικές ανακαινίσεις, τα κράτη μέλη θα πρέπει να ενθαρρύνουν εναλλακτικά συστήματα

υψηλής απόδοσης, εάν είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτά, ενώ ταυτόχρονα αντιμετωπίζουν τα ζητήματα υγιεινών συνθηκών εσωτερικού κλίματος, πυρασφάλειας και κινδύνων που συνδέονται με έντονη σεισμική δραστηριότητα. με τους εσωτερικούς κανονισμούς ασφαλείας.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της πολιτικής ενεργειακής απόδοσης για τα κτίρια, η διαφάνεια των πιστοποιητικών ενεργειακών επιδόσεων θα πρέπει να βελτιωθεί εξασφαλίζοντας ότι όλες οι απαραίτητες παράμετροι για τους υπολογισμούς τόσο για την πιστοποίηση όσο και για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης καθορίζονται και εφαρμόζονται με συνέπεια. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να λάβουν κατάλληλα μέτρα για να εξασφαλίσουν, για παράδειγμα, την τεκμηρίωση των επιδόσεων εγκατεστημένων, αντικατεστημένων ή αναβαθμισμένων τεχνικών συστημάτων κτιρίων, όπως για τη θέρμανση χώρων, τον κλιματισμό ή τη θέρμανση νερού, ενόψει πιστοποίησης κτιρίων και ελέγχου συμμόρφωσης (European commission, 2017).

1.2 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (KENAK)

Με τον KENAK θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

α) στην εκπλήρωση ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τα τεχνικά συστήματα του, και β) στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τον σχεδιασμό, το κτιριακό κέλυφος και τα τεχνικά συστήματα του. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και απαιτείται:

- μετά την ολοκλήρωση κατασκευής νέου κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- μετά την ολοκλήρωση ριζικής ανακαίνισης κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- κατά την πώληση κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- κατά τη μίσθωση σε νέο ενοικιαστή κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- για κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των διακοσίων πενήντα (250) τετραγωνικών μέτρων τα οποία χρησιμοποιούνται από υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα και τα οποία επισκέπτεται συχνά το κοινό.

Από την υποχρέωση έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης εξαιρούνται ορισμένες κατηγορίες κτιρίων, όπως μνημεία, προστατευόμενα κτίρια, χώροι λατρείας, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, εργαστήρια, προσωρινής χρήσης κτίρια και μεμονωμένα κτίρια συνολικής επιφάνειας μικρότερης των πενήντα τετραγωνικών μέτρων (50 τ.μ.). Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοραπωλησίας και ενοικίασης έχει τεθεί σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων, της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία, των δυνατοτήτων βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασής τους. Η κατάταξη του κτιρίου σε ενεργειακή κατηγορία γίνεται βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς (<http://www.ypeka.gr>).

1.3 Ενεργειακά αποδοτικό κτίριο

Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια (νέες κατασκευές ή ανακαινισμένα υπάρχοντα κτίρια) μπορούν να οριστούν ως κτίρια τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν σημαντική μείωση της ενεργειακής ανάγκης για θέρμανση και ψύξη, ανεξάρτητα από την ενέργεια και τον εξοπλισμό που θα επιλεγεί για τη θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου (EnD'ell Santo et.al. 2013).

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω των ακόλουθων στοιχείων:

- βιοκλιματική αρχιτεκτονική: σχήμα και προσανατολισμός του κτιρίου, ηλιακές προστασίες, παθητικά ηλιακά συστήματα
- υψηλής απόδοσης κέλυφος κτιρίου: απόλυτη μόνωση, υαλοπίνακες και παράθυρα υψηλής απόδοσης, κατασκευή με αέρα, αποφυγή θερμικών γεφυρών
- υψηλής απόδοσης ελεγχόμενος αερισμός: μηχανική μόνωση, ανάκτηση θερμότητας

Μόνο όταν το κτίριο έχει σχεδιαστεί για να ελαχιστοποιήσει την απώλεια ενέργειας, είναι λογικό να αρχίσουμε να εξετάζουμε την πηγή ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης της ανανεώσιμης ενέργειας) και στους εξοπλισμούς θέρμανσης και ψύξης (Liu et.al. 2019).

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική λαμβάνει υπόψη τις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες για να βοηθήσει στην επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός λαμβάνει υπόψη το τοπικό κλίμα για να αξιοποιήσει όσο το δυνατόν καλύτερα την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει τις ακόλουθες αρχές:

Το σχήμα του κτιρίου πρέπει να είναι συμπαγές για να μειώσει τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Το κτίριο και ειδικά τα ανοίγματα του θα πρέπει να έχουν ορθό και κατάλληλο προσανατολισμό.

Οι εσωτερικοί χώροι σχεδιάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις θέρμανσης.

Οι κατάλληλες τεχνικές εφαρμόζονται στον εξωτερικό μέρος και στα ανοίγματα του για την προστασία του κτιρίου από ηλιακή θερμότητα τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι (Guoqing et.al. 2017).

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, ενεργώντας ως "ελεύθερα" συστήματα θέρμανσης και φωτισμού. Το κτίριο προστατεύεται από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως με σκίαση, αλλά και με την κατάλληλη επεξεργασία του περιβλήματος του κτιρίου (δηλαδή χρήση ανακλαστικών χρωμάτων και επιφανειών) (Alzetto et.al. 2018).

Η αεροστεγανότητα μειώνει τη διαρροή αέρα - την ανεξέλεγκτη ροή του αέρα μέσα από τα κενά και τις ρωγμές στην κατασκευή (μερικές φορές αναφέρεται ως διείσδυση, εξάτμιση ή ρεύματα).

Οι διαρροές αέρα πρέπει να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο, προκειμένου να δημιουργηθούν αποτελεσματικά, ελεγχόμενα, άνετα, υγιή και ανθεκτικά κτίρια. Με αυστηρότερους οικοδομικούς κανονισμούς που απαιτούν καλύτερη ενεργειακή απόδοση, η αεροστεγανότητα αποτελεί όλο και πιο σημαντικό ζήτημα (Oliveira, 2015).

Λεπτομέρειες που είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη καλής αεροστεγανότητας πρέπει να εντοπιστούν κατά το αρχικό στάδιο σχεδιασμού. Το επόμενο και εξίσου σημαντικό βήμα είναι να διασφαλιστεί η ορθή μεταφορά των αρχών σχεδίασης στη φάση κατασκευής. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη στεγανοποίηση των κενών και στη διασφάλιση της συνέχειας του φράγματος του αέρα. Η φάση κατασκευής είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι σε περίπτωση απαίτησης μεταγενέστερων διορθωτικών μέτρων αυξάνεται το κόστος ανακατασκευής.

Συνέπειες διαρροών αέρα: ο κρύος εξωτερικός αέρας μπορεί να διεισδύσει στο σπίτι μέσα από κενά στους τοίχους, το ισόγειο και την οροφή (διείσδυση), με αποτέλεσμα τα κρύα ρεύματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η

διείσδυση μπορεί να ψύξει τις επιφάνειες των στοιχείων στη δομή, οδηγώντας σε συμπύκνωση. Ο ζεστός αέρας που διαρρέει μέσα από τα κενά της κατοικίας (εξάτμιση) αποτελεί σημαντική αιτία απώλειας θερμότητας και, κατά συνέπεια, σπατάλη ενέργειας (Nagarajan et.al. 2018).

Τα περισσότερα υπάρχοντα κτίρια, ακόμη και αυτά που χτίστηκαν πρόσφατα, απέχουν πολύ από το να είναι αεροστεγή και λόγω ανεπιθύμητης διείσδυσης του αέρα προκαλούν τεράστιο κόστος στους ιδιοκτήτες από περιβαλλοντική, οικονομική και υγειονομική άποψη.

Μια διαρρέουσα κατοικία θα οδηγήσει σε υψηλότερες εκπομπές CO₂. Η πρόσθετη απώλεια θερμότητας θα σημαίνει ότι ένα σύστημα θέρμανσης σωστού μεγέθους ενδέχεται να μην είναι σε θέση να καλύψει τη θερμοκρασία ζήτησης. Σε ακραίες περιπτώσεις, η υπερβολική διείσδυση μπορεί να καταστήσει τα δωμάτια άβολα κρύα κατά τη διάρκεια των περιόδων ψύξης. Η υπερβολική διαρροή αέρα μπορεί να επιτρέψει την υγραποίηση του εσωτερικού του οικοδομήματος, τη γενική υποβάθμιση της δομής και τη μείωση της αποτελεσματικότητας της μόνωσης (Chengchu et.al. 2016).

1.4 Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης

Η ανισότητα που διαπιστώνεται μεταξύ της προβλεπόμενης κατανάλωσης ενέργειας στο στάδιο του σχεδιασμού των κτιρίων και της χρήσης ενέργειας κατά τη λειτουργία είναι γνωστή ως "χάσμα ενεργειακής απόδοσης". Πιο αναλυτικά, η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου συχνά βασίζεται σε θεωρητικούς υπολογισμούς. Όταν η παραγωγή αυτών των υπολογισμών συγκρίνεται με τις επιτόπιες μετρήσεις, η πραγματική ενέργεια και η απόδοση ενός κτιρίου δείχνει συχνά κάποια ασυμφωνία με τις θεωρητικές προβλέψεις. Η αναντιστοιχία μεταξύ της "θεωρητικής" και των πραγματικών επιδόσεων ενός κτιρίου μπορεί να είναι λόγω διαφορών υλικών, γήρανσης του κτιρίου, θερμικής γεφύρωσης, υγρασίας, ποιότητας κατασκευής και άλλους παράγοντες (Geert & Staf 2014).

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα θέματα που βρίσκονται πίσω από το "χάσμα απόδοσης", η συνολική ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου δεν είναι

αρκετή, πρέπει να γνωρίζουμε τις τοπικές θερμικές επιδόσεις του συγκροτήματος κτιρίου, δηλαδή τη συμβολή κάθε δομικού στοιχείου (τοίχους, παράθυρα, στέγη και δάπεδο) σε ολόκληρη τη θερμότητα και πρέπει να προσδιοριστεί ο συντελεστής απώλειας (HLC) (Farmer et.al. 2018).

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η πραγματική κατανάλωση ενέργειας μπορεί να είναι δύο φορές έως πέντε φορές υψηλότερη από την προβλεπόμενη. Η οικοδόμηση της ενεργειακής απόδοσης μπορεί να έχει σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Jagarajan et.al 2017).

Οι ενεργειακά αποδοτικές μετασκευές περιλαμβάνουν τη βελτίωση του κελύφους των κτιρίων μέσω μόνωσης, μέσω τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μέσω στρατηγικών ελέγχου του κλίματος. Η βελτίωση του κελύφους του κτιρίου με τη μόνωση είναι μια κοινή προσέγγιση, όμως η λήψη αποφάσεων παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της πλέον ενδεδειγμένης στρατηγικής αναβάθμισης.

1.5 Ο βαθμός αστικοποίησης στην ευρωπαϊκή ένωση

Τα κτίρια της ΕΕ είναι αρκετά ετερογενή. Σε όλα τα κράτη μέλη, το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας αποτελείται από κτίρια κατοικιών. Το μερίδιο ποικίλλει σημαντικά, από περίπου 60% στη Σλοβακία, τις Κάτω Χώρες και την Αυστρία σε περισσότερο από 85% στις νότιες χώρες της Κύπρου, της Μάλτας και της Ιταλίας.

Η μέση ηλικία των υφιστάμενων κτιρίων και το μερίδιο των νέων κτιρίων από το συνολικό απόθεμα αποτελούν καλές ενδείξεις της συνολικής απόδοσης του κτιρίου. Όσο υψηλότερο είναι το μερίδιο των νέων κατοικιών (που κατασκευάζονται με υψηλότερα αποδοτικά πρότυπα), τόσο υψηλότερη θα είναι η συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Στις περισσότερες χώρες της ΕΕ, το ήμισυ του οικιστικού αποθέματος χτίστηκε πριν από τους πρώτους θερμικούς κανονισμούς (πριν από το 1970). Σε ορισμένες άλλες χώρες, όπως η Κύπρος, η

Ισπανία και η Ιρλανδία, το μερίδιο των νέων κατοικιών (που χτίστηκε μετά το 2000) είναι σημαντικό.

Η τυπολογία των κτιρίων είναι θεμελιώδης για την ανάδειξη ενός ακριβούς πρότυπου των κτιρίων της ΕΕ. Ο τύπος κατοικίας έχει αντίκτυπο στις ενεργειακές επιδόσεις θέρμανσης χώρου, καθώς διαφορετικά χαρακτηριστικά μόνωσης συνεπάγονται διαφορετική κατανάλωση θέρμανσης χώρου (λόγω της διαφορετικής επιφάνειας του τοίχου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό χώρο).

Το οικοδομικό απόθεμα ανά τύπο κατοικιών διαφέρει σημαντικά σε ολόκληρη την ΕΕ. Στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Ιρλανδία, οι μονοκατοικίες είναι ο κυρίαρχος τύπος (άνω του 80%), ενώ στην Ισπανία και την Εσθονία, οι πολυκατοικίες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 70% όλων των κατοικιών. Στο μέσο όρο της ΕΕ, υπάρχει σχεδόν ίσο μερίδιο και των δύο τύπων κατοικιών, με μέσο όρο 49% για πολυκατοικίες.

Ο βαθμός αστικοποίησης είναι μια ταξινόμηση που βασίζεται σε ένα συνδυασμό γεωγραφικής συνοχής και ελάχιστου πληθυσμού που εφαρμόζονται σε ένα πληθυσμιακό δίκτυο 1 km². Ο δείκτης αυτός αντικατοπτρίζει τον αριθμό των κτιρίων κατοικιών / ανά τοποθεσία:

- Συγκρότημα υψηλής πυκνότητας / αστικό κέντρο: πυκνότητα τουλάχιστον 1 500 κατοίκων ανά km² και ελάχιστο πληθυσμό 50 000 κατοίκων.
- Αστικό σύμπλεγμα: πυκνότητα τουλάχιστον 300 κατοίκων ανά km² και ελάχιστο πληθυσμό 5 000 κατοίκων.
- Αγροτική κυψέλη αγροκτήματος: κυψέλη δικτύου εκτός συστάδων υψηλής πυκνότητας και αστικών συμπλεγμάτων.

Η μέση κατανομή των κατοικιών είναι 42% στο αστικό κέντρο, 30% στις ενδιάμεσες αστικές περιοχές και το υπόλοιπο 28% στις αγροτικές περιοχές. Φυσικά, αυτή η κατανομή διαφέρει μεταξύ των χωρών. Ενώ στη Γερμανία, η Σουηδία και η Ιταλία ο βαθμός αστικοποίησης ευθυγραμμίζεται με τη μέση κατανομή της ΕΕ, στη Μάλτα ο πληθυσμός επικεντρώνεται κυρίως στο αστικό κέντρο.

1.6 Οι ανάγκες μείωσης της κατανάλωσης στην ευρωπαϊκή ένωση

Τα νεόκτιστα κτίρια παρουσιάζουν σημαντική τάση προς τη χαμηλή ενεργειακή (ή και παθητική) κατανάλωση στην Ευρώπη. Ωστόσο, σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το 35% των ευρωπαϊκών κτιρίων είναι άνω των 50 ετών και σχεδόν το 75% είναι ενεργειακά ανεπαρκές. Το γεγονός αυτό είναι ανησυχητικό όταν θεωρούμε ότι τα κτίρια αντιπροσωπεύουν περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Συνεπώς, τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης σε νέα κτίρια μόνο δεν επαρκούν για την επίτευξη αξιοσημείωτων αποτελεσμάτων στη μείωση του CO₂. Λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή πυκνότητα κτιρίων πολυκατοικιών, που αποτελούν το ήμισυ σχεδόν του ευρωπαϊκού στεγαστικού χώρου, αυτό το τμήμα κτιρίων μπορεί να είναι το σημαντικότερο που πρέπει να αντιμετωπιστεί στο πλαίσιο της μετασκευής.

Οι υπάρχουσες βιβλιογραφικές αναφορές για τρεις βασικές κατηγορίες μετασκευής ενός κτιρίου:

- (i) καθαρά παθητικά μέτρα μετεξοπλισμού ,
- (ii) παθητικά μέτρα μετεξοπλισμού σε συνδυασμό με ηλιακό θερμικό σύστημα για ενεργειακές υπηρεσίες θέρμανσης ύδατος και ηλιακής ενέργειας και
- (iii) συνδυασμός παθητικών και ενεργητικών επιλογών μετασκευής, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC), φωτοβολταϊκών (PV) συστημάτων και άλλων (Bernadette et.al. 2019).

Παρόλο που τα παθητικά μέτρα μετεξοπλισμού είναι εύκολο να εφαρμοστούν για οποιοδήποτε τύπο κτιρίου, η ενεργός ανακαίνιση είναι πιο περίπλοκη όταν πρόκειται για πολυκατοικίες. Η κατανομή ενέργειας μεταξύ κατοίκων εντός ενός ή περισσότερων κτιρίων εξακολουθεί να αποτελεί πρόβλημα σε πολλές χώρες, κυρίως εξαιτίας νομικών περιορισμών. Ωστόσο, η ανταλλαγή ενέργειας παρέχει ευκαιρίες για την περαιτέρω ενσωμάτωση

της παραγωγής ηλεκτρισμού (μονάδα παραγωγής) και καθίσταται όλο και πιο σημαντική σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία και η Αυστρία (Wei et.al., 2019).

Σαν μέτρα εκ των υστέρων κατασκευών κτιρίων, εννοούνται κυρίως παθητικά μέτρα, όπως αναβαθμίσεις μόνωσης της οροφής, πρόσοψη, αντικατάσταση παραθύρων και στεγανοποίηση. Ωστόσο, το θέμα της αναβαθμισμένης αναβάθμισης του κτιρίου δεν αφορά μόνο τα τυποποιημένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας , αλλά περιλαμβάνει και εξατομικευμένη (ανανεώσιμη) ηλεκτρική ενέργεια και τεχνολογία θέρμανσης, προσαρμοσμένη στο πρότυπο κατασκευής (Vincent et.al. 2019).

Κεφάλαιο 2

Βιώσιμη Ανάπτυξη Κτιρίων

2.1 Θερμική απόδοση των κτιρίων

Η θερμική απόδοση των κτιρίων αναφέρεται στη διαδικασία μοντελοποίησης της μεταφοράς ενέργειας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Με την ορθή χρήση της ενέργειας που συνδέεται με το κτίριο, η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου μπορεί να βελτιωθεί (Albatayneh et.al. 2015).

Η μέτρηση της θερμικής απόδοσης των κτιρίων υπολογίζει το φορτίο ψύξης και ως εκ τούτου βοηθάει εκτίμηση της χωρητικότητας, του μεγέθους και της επιλογής μιας συσκευής κλιματισμού. Για ένα μη κλιματιζόμενο κτίριο, υπολογίζει τη μεταβολή της θερμοκρασίας εντός ενός κτιρίου. Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά και επιτρέπουν τον καθορισμό με αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού του κτιρίου (Ramakrishnan et.al. 2017).

Για την ανάλυση της θερμικής απόδοσης του κτιρίου, απαιτείται η γνώση διαφόρων διαδικασιών εναλλαγής θερμότητας και είναι δυνατές διάφορες διαδικασίες εναλλαγής θερμότητας μεταξύ ενός κτιρίου και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η ροή θερμότητας πραγματοποιείται μέσω διαφόρων δομικών στοιχείων όπως τοίχοι, οροφή, πόρτες κλπ (Salata et.al. 2017).

2.2 Τα δομικά ενεργειακά συστήματα

Τα δομικά ενεργειακά συστήματα μεταβάλλονται σταδιακά από μια ενιαία μορφή συμβατικών μορφών ενέργειας σε ένα πολυεπίπεδο σύστημα που συνήθως περιλαμβάνει πολλαπλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ανεπαρκής αξιοπιστία και η δυνατότητα ελέγχου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πιθανό να προκαλέσουν αναντιστοιχίες μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή απόδοση ολόκληρου του κτιρίου. Προκειμένου να επιλυθούν αυτά τα προβλήματα έχουν διεξαχθεί εκτεταμένες μελέτες (Wang et.al. 2016). Η μελέτη των Geidl et.al. (2007) προσανατολίζεται στην συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας, την εξάρτηση από περιορισμένους ενεργειακούς πόρους από ορυκτά καύσιμα και την αναδιάρθρωση των βιομηχανιών ενέργειας. Η εξέταση πολλαπλών φορέων ενέργειας αντιπροσωπεύει ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του σχεδίου «Όραμα των μελλοντικών ενεργειακών δικτύων». Η ομάδα του έργου διαπίστωσε ότι μόνο μερικά εγκατεστημένα εργαλεία ήταν διαθέσιμα για την ολοκληρωμένη ανάλυση συστημάτων πολλαπλών φορέων ενέργειας. Επικεντρώθηκαν σε μια πρώτη φάση για την ανάπτυξη πλαισίου μοντελοποίησης και ανάλυσης. Το έργο τους αφορά ένα κόμβο ενέργεια, ο οποίος θεωρείται μονάδα όπου πολλαπλοί φορείς ενέργειας μπορούν να μετατραπούν, να ρυθμιστούν και να αποθηκευτούν. Η ιδέα του κόμβου ενέργειας επιτρέπει νέες προσεγγίσεις σχεδιασμού για συστήματα πολλαπλών φορέων ενέργειας (Jin et.al. 2018). Η Mancarella (2014) εξέτασε την τρέχουσα κατάσταση της έρευνας σχετικά με τα μοντέλα πολυ-ενεργειακών συστημάτων και τις μεθόδους αξιολόγησης της καταναεμημένης ανανεώσιμης ενέργειας στα κτίρια. Τα πολυεπίπεδα στα οποία η ηλεκτρική ενέργεια, η θερμότητα, η ψύξη, τα καύσιμα, οι μεταφορές κ.α. αλληλεπιδρούν μεταξύ τους σε διάφορα επίπεδα (για παράδειγμα, σε μια περιοχή πόλη κλπ) αποτελούν σημαντική ευκαιρία για την αύξηση των τεχνικών, και περιβαλλοντικών επιδόσεων σε σχέση με τα "κλασικά" ενεργειακά συστήματα. Αυτή η βελτίωση της απόδοσης μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο στο επιχειρησιακό όσο και στο στάδιο του σχεδιασμού. Τέτοια συστήματα και συγκεκριμένα συστήματα με καταναεμημένη παραγωγή πολλαπλών ενεργειακών

φορέων (DMG (distributed multi-generation)) μπορούν να αποτελέσουν βασική επιλογή για την απαλλαγή του άνθρακα από τον ενεργειακό τομέα και οι προσεγγίσεις που απαιτούνται για το μοντέλο και τα συναφή εργαλεία για την ανάλυσή τους είναι συχνά πολύ περίπλοκες. Επίσης, δεν είναι εύκολο να προσδιοριστούν μετρήσεις απόδοσης που είναι ικανές να καταγράψουν σωστά το κόστος και τα οφέλη που σχετίζονται με διάφορους τύπους ενέργειας σύμφωνα με διαφορετικά κριτήρια (Chicco & Mancarella, 2009).

2.3 Πολυεργειακό σύστημα κτιρίου

Ένα κτίριο το πολυεργειακό σύστημα αποσυνδέεται σε τρία υποσυστήματα, δηλαδή συστήματα παραγωγής ενέργειας, συστήματα αξιοποίησης ενέργειας και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας (Albatayneh, et.al. 2017).

Συστήματα παραγωγής ενέργειας

Το μοντέλο του συστήματος παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη σχέση μεταξύ ενεργειακού εφοδιασμού και ενέργειας εισροής. Το σύστημα αποτελείται συνήθως από n τύπους εισροών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ενέργειας, της αιολικής ενέργειας και της φυσικής «ψυχρής ενέργειας» (ή την εποχιακή αποθήκευση ψύχους) καθώς και την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο. Διά μέσου μετατροπή ενέργειας από εξοπλισμό παραγωγής ενέργειας, το σύστημα μπορεί να παράσχει διάφορες μορφές ενεργειακού εφοδιασμού του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας, της θερμικής ενέργειας, της ψυχρής ενέργειας και άλλων μορφών ενέργειας.

Συστήματα χρήσης ενέργειας

Το μοντέλο του συστήματος ενεργειακής αξιοποίησης χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη σχέση μεταξύ ενεργειακών απαιτήσεων και φορτίων κτιρίου. Η σχέση αυτή εκφράζεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$\begin{bmatrix} P_{dem}^1 \\ P_{dem}^2 \\ P_{dem}^3 \\ \vdots \\ P_{dem}^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\varepsilon_{1,1}}{COP_{1,1}} & 0 & \frac{\varepsilon_{1,2}}{COP_{1,2}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\varepsilon_{2,4}}{COP_{2,4}} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\varepsilon_{3,3}}{COP_{3,3}} & \frac{\varepsilon_{3,4}}{COP_{3,4}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \frac{\varepsilon_{i,j}}{COP_{i,j}} & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\varepsilon_{n,n'}}{COP_{n,n'}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{sup}^1 \\ P_{sup}^2 \\ P_{sup}^3 \\ \vdots \\ P_{sup}^m \end{bmatrix}$$

Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας

Η επίτευξη ενεργειακού ισοζυγίου μεταξύ προσφοράς και ζήτησης απαιτείται πραγματικά από όλα τα ενεργειακά συστήματα. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τη διαλείπουσα φύση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί ισορροπία. Σύμφωνα με τη μελέτη Shuangjun et.al. (2019), ο βαθμός ενεργειακής ανισορροπίας ΔP κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου επιτρέπεται μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς. Ο ορισμός της ΔP δίδεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$\Delta P = \begin{bmatrix} \Delta P^1 \\ \Delta P^2 \\ \Delta P^3 \\ \dots \\ \Delta P^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{sup}^1 \\ P_{sup}^2 \\ P_{sup}^3 \\ \dots \\ P_{sup}^m \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} P_{dem}^1 \\ P_{dem}^2 \\ P_{dem}^3 \\ \dots \\ P_{dem}^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{sup}^1 - P_{dem}^1 \\ P_{sup}^2 - P_{dem}^2 \\ P_{sup}^3 - P_{dem}^3 \\ \dots \\ P_{sup}^m - P_{dem}^m \end{bmatrix}$$

Χρησιμοποιώντας την έννοια της ενεργειακής ανισορροπίας, ολόκληρο το ενεργειακό σύστημα του κτιρίου μπορεί να αποσυνδεθεί στα τρία υποσυστήματα, δηλ. Συστήματα παραγωγής ενέργειας, συστήματα ενεργειακής αξιοποίησης και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Οι παράμετροι ενός συστήματος αποθήκευσης ενέργειας περιλαμβάνουν την χωρητικότητα αποθήκευσης και την ταχύτητα φόρτισης και εκφόρτωσης από και προς το σύστημα. Η χωρητικότητα αποθήκευσης καθορίζεται από την αθροιστική ενεργειακή ανισορροπία $\Sigma (\Delta P)$ για μια χρονική περίοδο (π.χ. ένα έτος) (Cherif & Mejedoub 2018).

2.4 Σύστημα καθαρού μηδενικού ενεργειακού κόστους, συν- ενέργεια

Η ζήτηση ενέργειας στα κτίρια αυξήθηκε ραγδαία τα τελευταία χρόνια και υπερέβη το 40% της παγκόσμιας κατανάλωσης. Επιπλέον, τα κτήρια αντιπροσωπεύουν το ένα τρίτο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Συνεπώς, η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι κρίσιμη. Από αυτή την άποψη, πολλές χώρες αναζητούν σοβαρές λύσεις σε ενεργειακά και περιβαλλοντικά θέματα που άπτονται της κατασκευής των κτιρίων. Τα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα έχουν αναπτύξει στρατηγικές για τη μείωση της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κατά 27% έως το 2030 και μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80% έως το 2050. Συνεπώς, η μετάβαση στο μηδενικό ενεργειακό κόστος πρέπει να επιτευχθεί. Ταυτόχρονα η διεθνής έρευνα μελετά το συνδυασμό στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (PLUS-ENERGY BUILDING - PEB) (Dracou et.al. 2017). Για την επίτευξη των συστημάτων καθαρού μηδενικού ενεργειακού κόστους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια. Σύμφωνα με την κατάταξη των κριτηρίων από τους Mokhtara et.al. (2019) θα πρέπει να γίνεται η επιλογή των καλύτερων ενεργειακών

στρατηγικών και να προσδιορίζονται οι θέσεις υψηλού δυναμικού για τη δημιουργία κτιρίων συν-ενέργειας. Τέλος θα πρέπει να υπάρχει αξιολόγηση της ζήτησης ενέργειας, των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για το σύνολο των κτιρίων της ευρύτερης περιοχής ή της χώρας πριν και μετά την εφαρμογή της μεθόδου.

Τα αποτελέσματα της μελέτης των Mokhtara et.al. (2019) καταδεικνύουν ότι ο στόχος συν-ενέργειας να μπορεί αν επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ένα κέλυφος κτιρίου υψηλής απόδοσης με περισσότερες αποδοτικές συσκευές και ηλιακή ενέργεια (ηλιακή φωτοβολταϊκή και θερμική). Ταυτόχρονα, οι πιο νότιες τοποθεσίες είναι περισσότερο κατάλληλες περιοχές για οικοδόμηση νέων κτιρίων με στόχο συν-ενέργειας. Με βάση τις μετρήσεις της μελέτης η μέθοδος της συν- ενέργειας επιτρέπει τη μείωση της ζήτησης ενέργειας κατά 43% και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 23% έως το 2030 (Mokhtara et.al. 2019).

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία έρευνας

3.1 Σκοπός της έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των απόψεων των Ελλήνων πολιτικών μηχανικών σχετικά με την αλλαγή συστήματος θέρμανσης ή ενεργειακής αναβάθμισης κελύφους κτηρίου. Στους επιμέρους στόχους συγκαταλέγονται η συλλογή των απόψεων των πολιτικών μηχανικών σχετικά με το κόστος και την απόδοση των παθητικών και ενεργητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

3.2 Εργαλείο της έρευνας

Με σκοπό να πραγματοποιηθεί η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για ανάλυση και εκμαίευση συμπερασμάτων έπρεπε να δημιουργηθεί το καταλληλότερο εργαλείο. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων ήταν ένα δομημένο ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από 18 ερωτήσεις. Οι 4 εκ των 18 ερωτήσεων ερευνούσαν τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος ενώ οι υπόλοιπες 14 τα μελετώμενα ζητήματα. Ακόμη στο ερωτηματολόγιο υπήρξε και μια κλίμακα αποτελούμενη από 5 ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων πολιτικών μηχανικών. Ενώ στάλθηκε και στο τεχνικό επιμελητήριο δυτικής Ελλάδος σε έντυπη μορφή.

3.3 Αξιοπιστία και εγκυρότητα

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας δημιουργήθηκε μετά από την βιβλιογραφική ανασκόπηση διαφόρων παρόμοιων ξενόγλωσσων ερευνών.

Προκειμένου να εκλεχθεί εάν η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας ήταν αξιόπιστη έγινε χρήση του δείκτη Cronbach. Ο δείκτης Cronbach άλφα είναι ένα μέτρο εσωτερικής συνέπειας, δηλαδή, πόσο παρουσιάζει το πόσο στενά συσχετίζεται ένα σύνολο μεταβλητών ως ομάδα. Ο δείκτης Cronbach θεωρείται ορίζεται ότι είναι ένα μέτρο κλίμακας αξιοπιστίας. Μια "υψηλή" τιμή του δείκτη Cronbach άλφα σημαίνει ότι υπάρχει υψηλή συνοχή της κλίμακας. Η ανάλυση εξερευνητικών παραγόντων είναι μια μέθοδος ελέγχου της διαστασιολόγησης. Από τεχνική άποψη, ο δείκτης Cronbach alpha δεν είναι στατιστική δοκιμασία - είναι ένας συντελεστής αξιοπιστίας (ή συνεκτικότητας).

Ο δείκτης Cronbach άλφα μπορεί να γραφτεί ως συνάρτηση του αριθμού των στοιχείων δοκιμής και της μέσης συσχέτισης μεταξύ των στοιχείων. Σημειωτέο είναι πως όταν ένας συντελεστής αξιοπιστίας είναι 0,70 ή υψηλότερος θεωρείται "αποδεκτός" στις περισσότερες κοινωνικές επιστήμες.

Πιο αναλυτικά η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στο ερωτηματολόγιο ήταν αποτελούμενη από 5 ερωτήσεις. Η κλίμακα μετά από μια μικρή πιλοτική έρευνα παρατηρήθηκε πως ήταν έγκυρη λόγω του γεγονότος ότι ο δείκτης Cronbach's alpha ήταν μεγαλύτερος από 0,7. Στη συνέχεια μετά τη συλλογή όλων των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε ξανά έλεγχος αξιοπιστίας όπου παρατηρήθηκε ότι ο δείκτης Cronbach's alpha ισούται με 0,71 καθιστώντας ξανά την κλίμακα αξιόπιστη.

Cronbach's Alpha	N of Items
,710	5

3.4 Κριτήρια επιλογής δείγματος και πληθυσμός

Όσον αφορά το κριτήριο που έπρεπε να διαθέτει ένα άτομο για να λάβει μέρος στην έρευνα αυτά όπως είναι ευνόητο ήταν η ύπαρξη πτυχίου πολιτικού μηχανικού. Έτσι την ίδια στιγμή οι πολιτικοί μηχανικοί καθιστούν και τον πληθυσμό της έρευνας.

3.5 Δείγμα και δειγματοληψία

Το δείγμα της έρευνας αυτό αποτελούταν από 112 πολιτικούς μηχανικούς εκ των οποίων οι 79 ήταν άνδρες (70,5% του δείγματος) και οι 33 γυναίκες (29,5% του δείγματος). Η ηλικία του δείγματος διερευνήθηκε μέσω ηλικιακών κλάσεων και έτσι προέκυψε πως 27 Πολιτικοί μηχανικοί ήταν από 25 ετών και κάτω (24,1% του δείγματος), 25 άτομα ήταν από 26 έως 35 ετών (22,3% του δείγματος), 39 άτομα ήταν από 36 έως 45 ετών (34,8% του δείγματος) και 21 Πολιτικοί μηχανικοί ήταν από 46 έως 55 ετών (18,8% του δείγματος).

Επιπλέον ερευνήθηκε το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος όπου κατέστη εμφανές ότι 64 πολιτικοί μηχανικοί κατείχα τίτλο προερχόμενο από Τεχνολογικό ίδρυμα (57,1% του δείγματος), 32 άτομα είχαν πτυχίο Πολιτικού μηχανικού Πανεπιστημιακής εκπαίδευσης (28,6% του δείγματος) και 16 πολιτικούς μηχανικούς διέθεταν και Μεταπτυχιακό τίτλο (14,3% του δείγματος). Τέλος παρατηρήθηκε πως 73 πολιτικοί μηχανικοί εργάζονταν στον ιδιωτικό φορέα (65,2% του δείγματος), 14 άτομα εργάζονταν στο Δημόσιο φορέα (12,5% του δείγματος) και 25 πολιτικοί μηχανικοί εργάζονταν ως ελεύθεροι επαγγελματίες (22,3% του δείγματος).

Λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο συλλογής των δεδομένων της έρευνας που προαναφέρθηκε η παρούσα δειγματοληψία ορίζεται ως μια δειγματοληψία ευκολίας.

3.6 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

Τα δεδομένα της έρευνας αναλύθηκαν μέσω του στατιστικού πακέτου της IBM το SPSS version 22. Με τη χρήση του SPSS προέκυψαν πίνακες (συχνοτήτων, συσχετίσεων και διασταύρωσης απαντήσεων) και γραφήματα (ράβδων και πίτας). Σε σχέση με την ανάλυση των μεταβλητών αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω της μεθόδου των συχνοτήτων ενώ πραγματοποιήθηκε και διασταύρωση απαντήσεων καθώς και έλεγχος συσχετίσεων.

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα έρευνας

4.1 Δημογραφικά στοιχεία

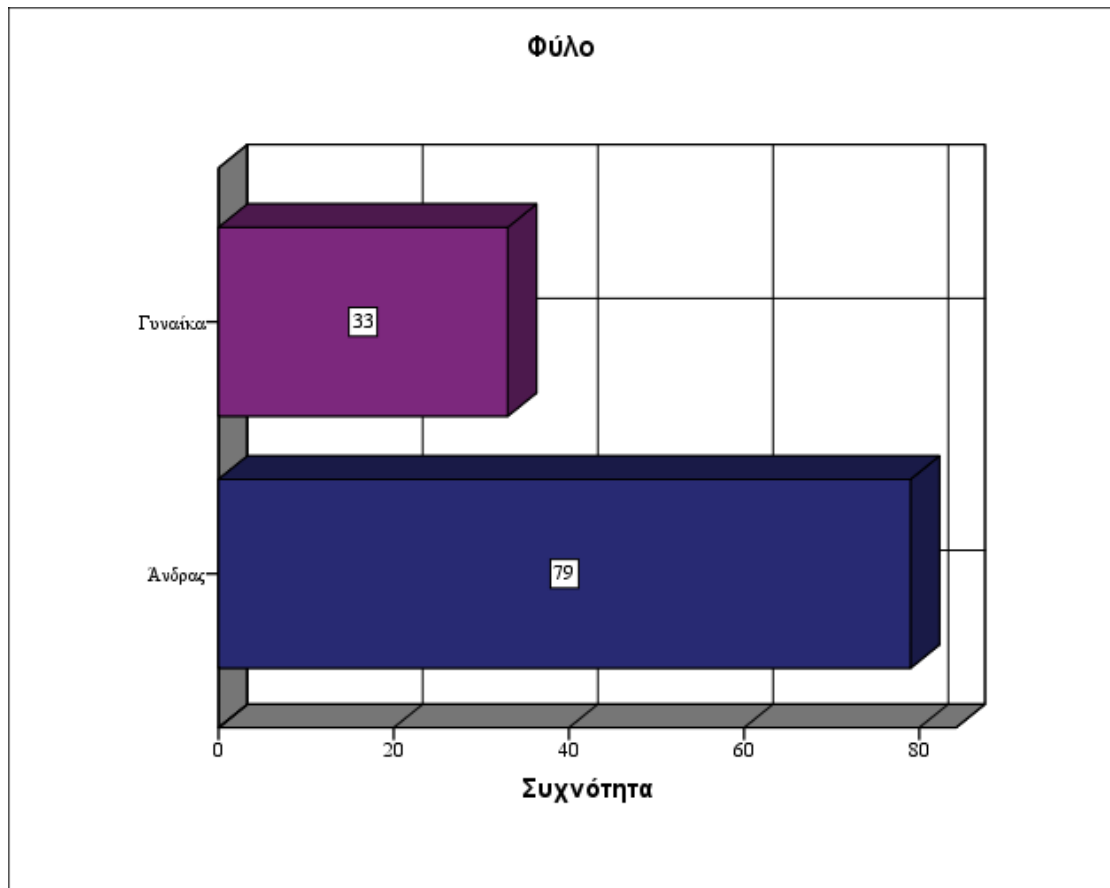
- Φύλο

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 1 καθίσταται εμφανές ότι το δείγμα των πολιτικών μηχανικών αποτελείται από 79 άνδρες (70,5% του δείγματος) και από 33 γυναίκες (29,5% του δείγματος).

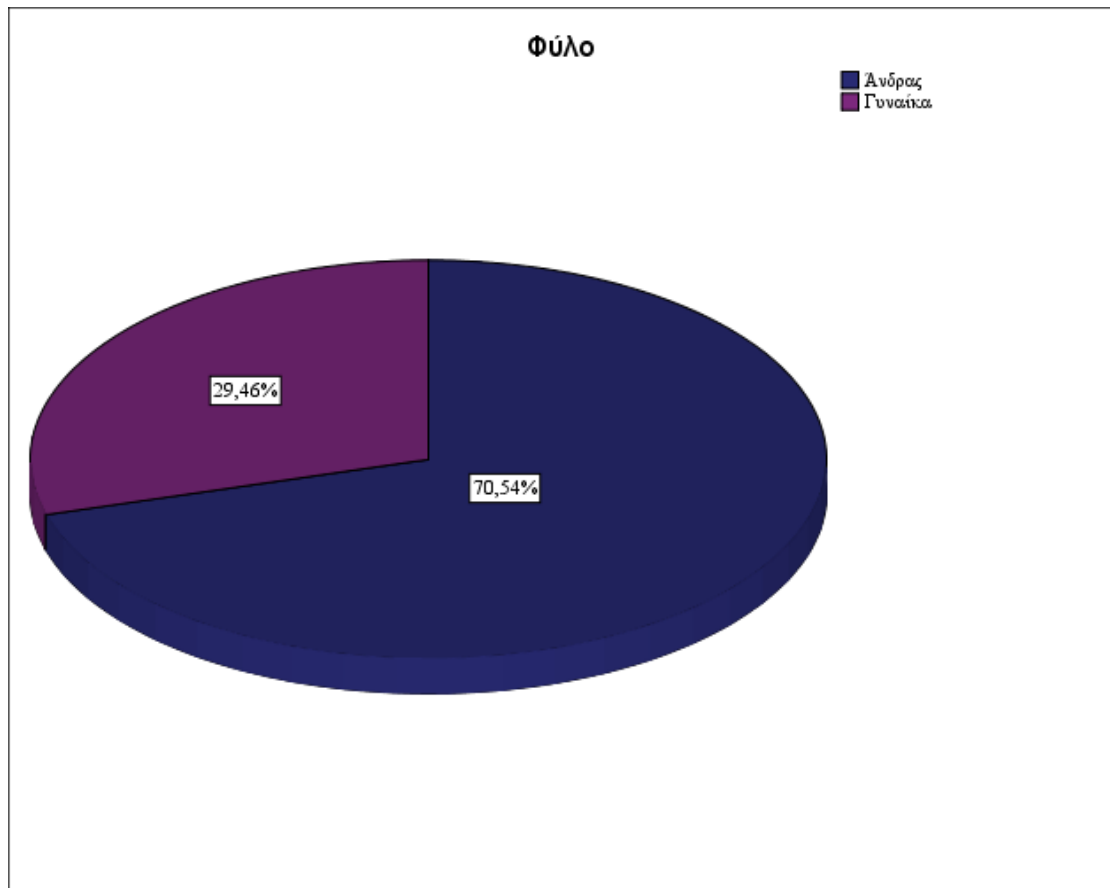
Φύλο

		Frequenc y	Percent
Valid	Ανδρας	79	70,5
	Γυναίκα	33	29,5
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 1: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το φύλο τους.



Ραβδόγραμμα 1: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το φύλο τους.



Γράφημα πίτας 1: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το φύλο τους.

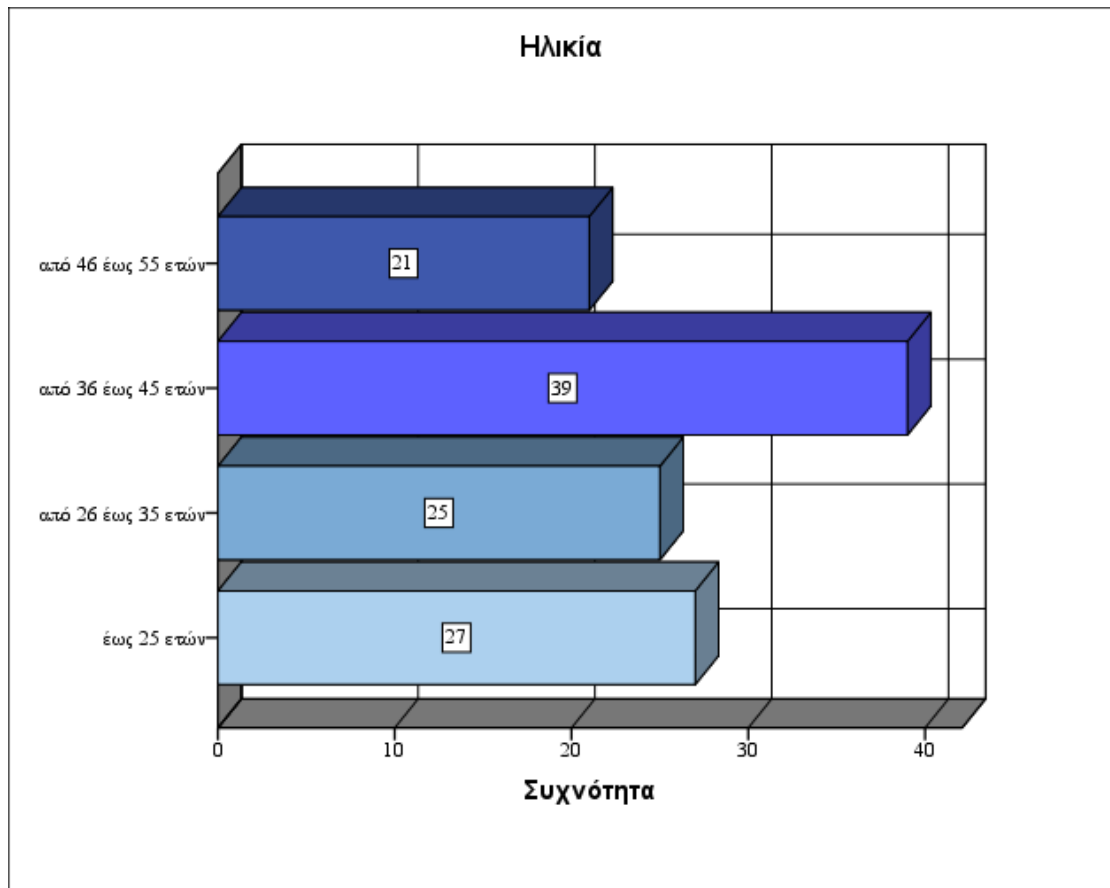
- Ηλικία

Μέσω των στοιχείων του πίνακα συχνοτήτων 2 παρατηρείται πως το δείγμα των πολιτικών μηχανικών αποτελείται από 27 άτομα που ήταν από 25 ετών και κάτω (24,1% του δείγματος), 25 άτομα που ήταν από 26 έως 35 ετών (22,3% του δείγματος), 39 άτομα που ήταν από 36 έως 45 ετών (34,8% του δείγματος) και από 21 άτομα που ήταν από 46 έως 55 ετών (18,8% του δείγματος).

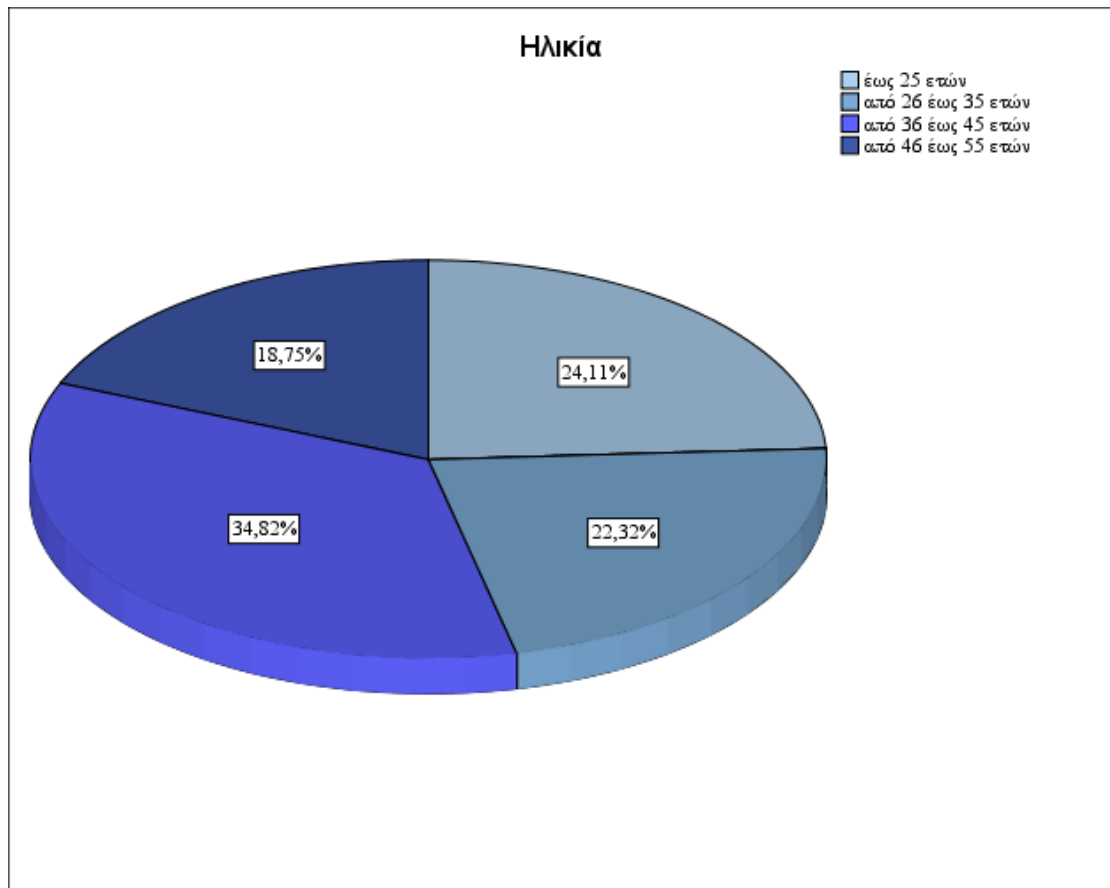
Ηλικία

		Frequenc y	Percent
Valid	έως 25 ετών	27	24,1
	από 26 έως 35 ετών	25	22,3
	από 36 έως 45 ετών	39	34,8
	από 46 έως 55 ετών	21	18,8
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 2: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από την ηλικία τους.



Ραβδόγραμμα 2: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από την ηλικία τους.



Γράφημα πίτας 2: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από την ηλικία τους.

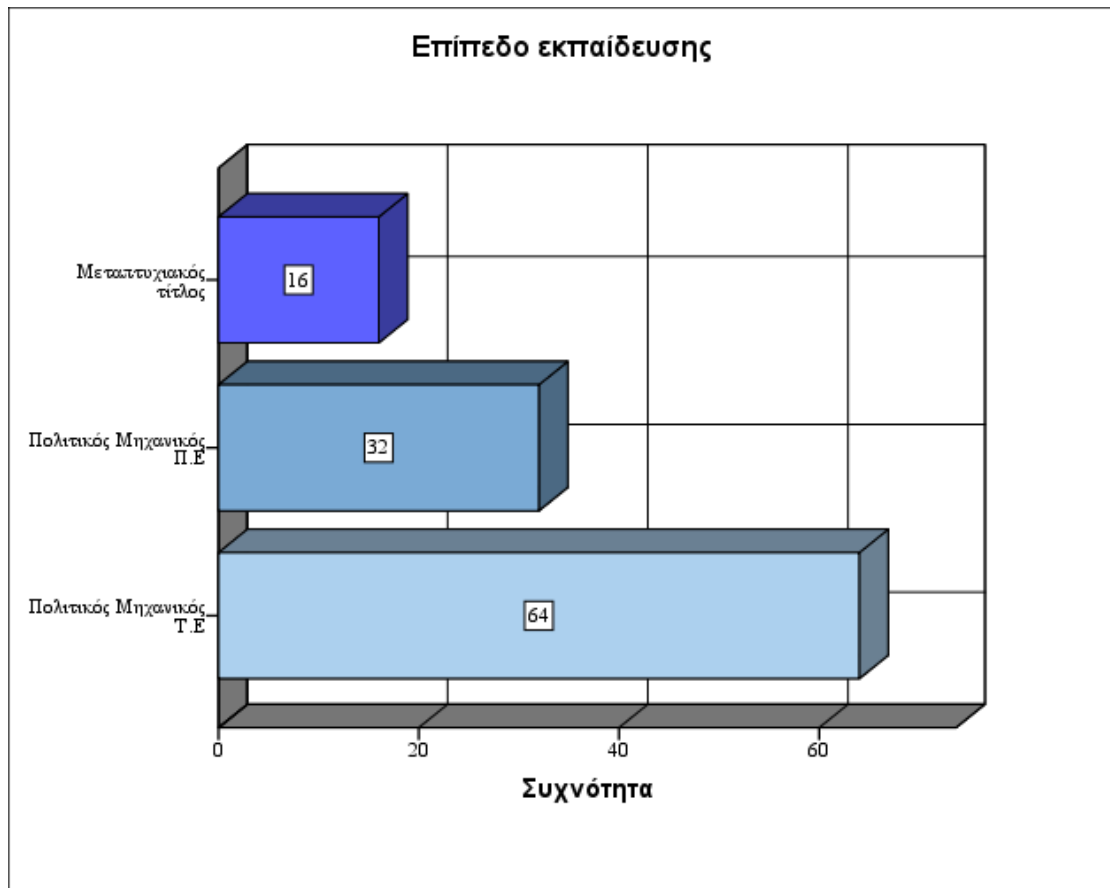
- Επίπεδο εκπαίδευσης

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 3 είναι εμφανές πως το δείγμα των πολιτικών μηχανικών αποτελείται από 64 πολιτικούς μηχανικούς Τεχνολογικής εκπαίδευσης (57,1% του δείγματος), 32 άτομα που είχαν πτυχίο Πολιτικού μηχανικού Πανεπιστημιακής εκπαίδευσης (28,6% του δείγματος) και από 16 πολιτικούς μηχανικούς με Μεταπτυχιακό τίτλο (14,3% του δείγματος).

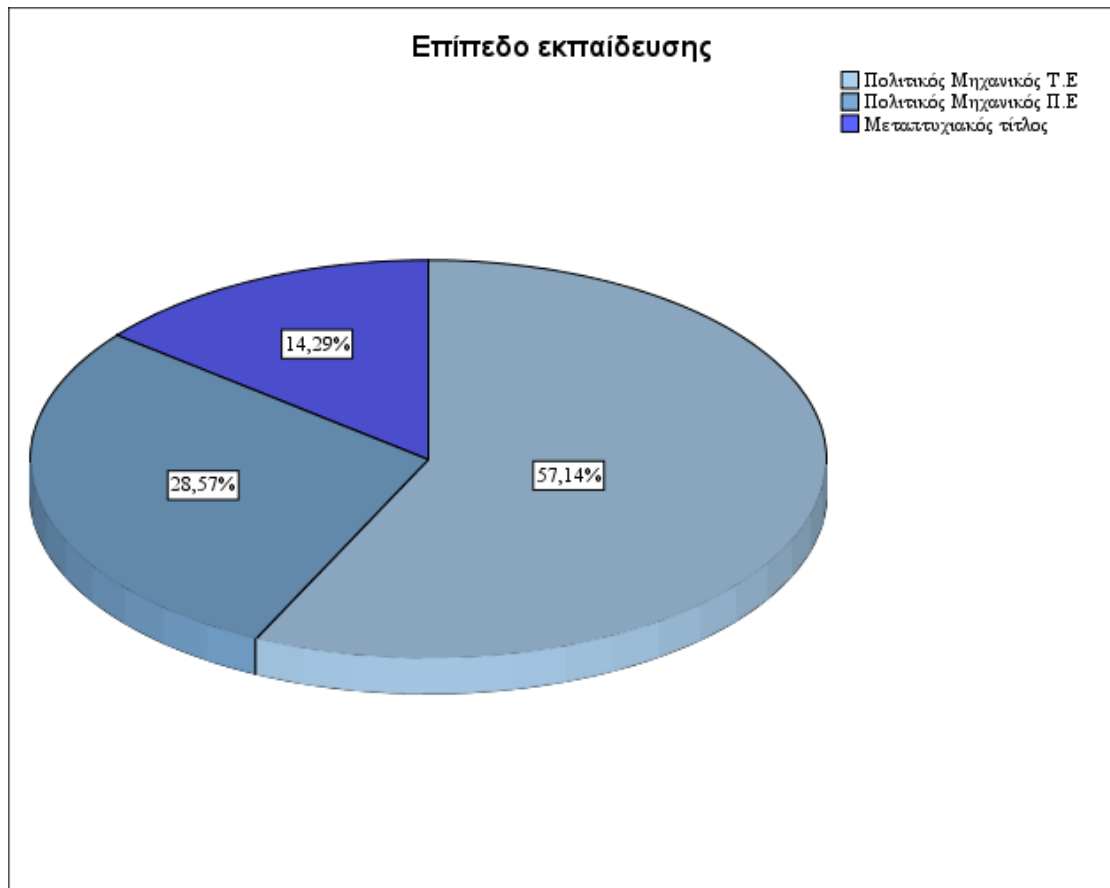
Επίπεδο εκπαίδευσης

		Frequenc y	Percent
Valid	Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε	64	57,1
	Πολιτικός Μηχανικός Π.Ε	32	28,6
	Μεταπτυχιακός τίτλος	16	14,3
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 3: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο εκπαίδευσής τους.



Ραβδόγραμμα 3: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο εκπαίδευσής τους.



Γράφημα πίτας 3: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο εκπαίδευσής τους.

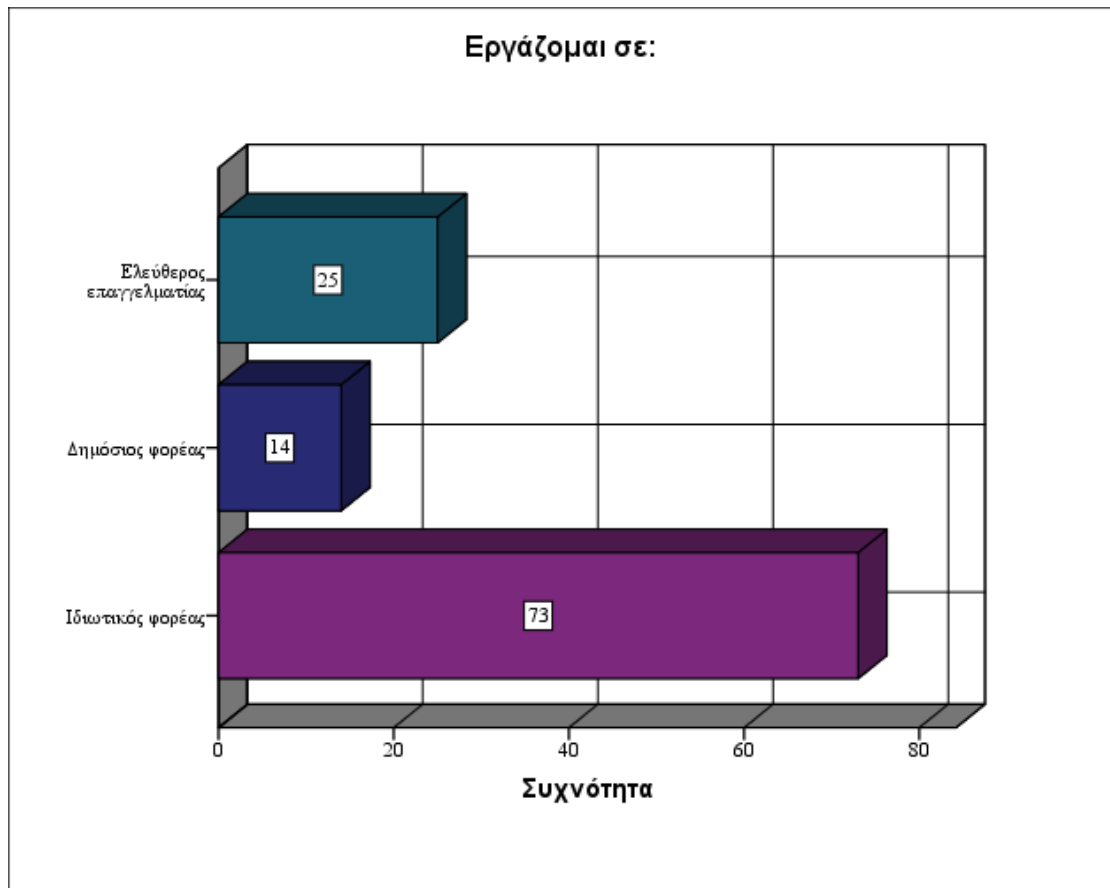
- Εργάζομαι σε

Μέσω των στοιχείων του πίνακα συχνοτήτων 4 παρατηρείται πως το δείγμα των πολιτικών μηχανικών αποτελείται από 73 πολιτικούς μηχανικούς που εργάζονται στον ιδιωτικό φορέα (65,2% του δείγματος), 14 άτομα που εργάζονται στο Δημόσιο φορέα (12,5% του δείγματος) και από 25 πολιτικούς μηχανικούς που εργάζονται ως ελεύθεροι επαγγελματίες (22,3% του δείγματος).

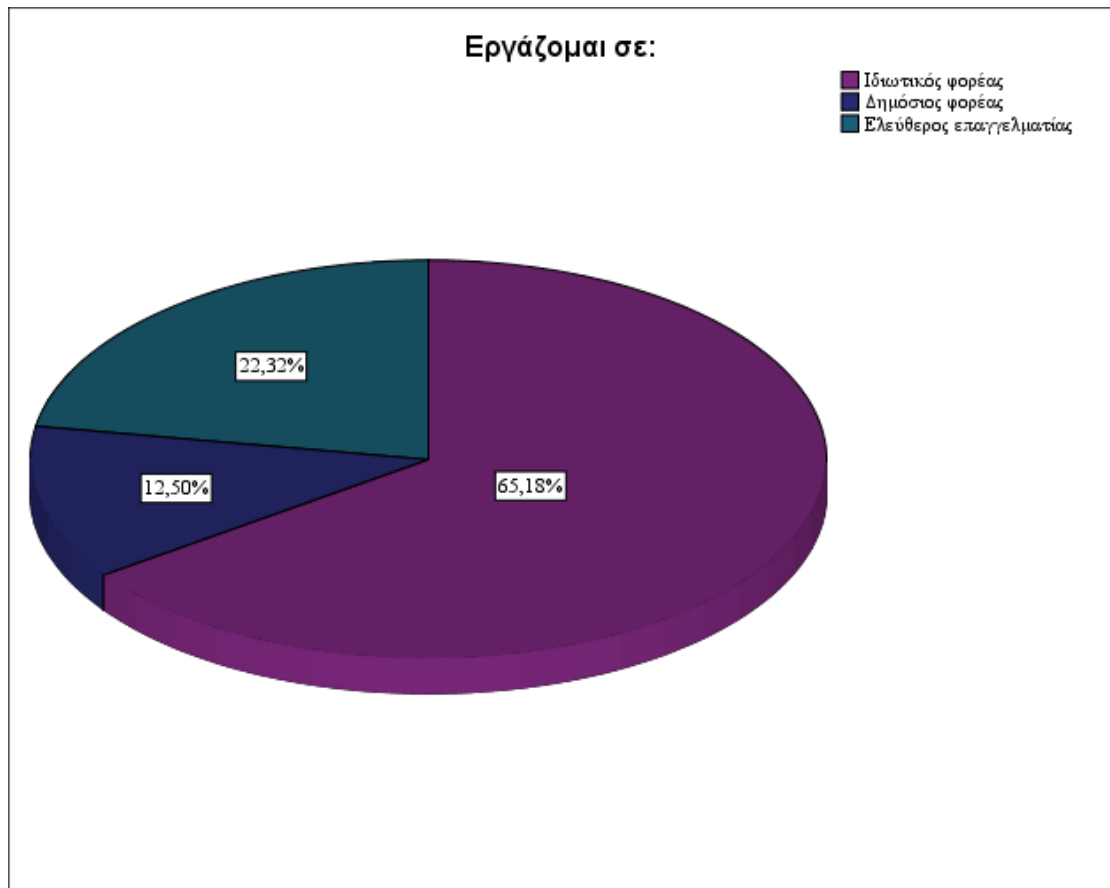
Εργάζομαι σε:

		Frequenc y	Percent
Valid	Ιδιωτικός φορέας	73	65,2
	Δημόσιος φορέας	14	12,5
	Ελεύθερος επαγγελματίας	25	22,3
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 4: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το φορέα εργασίας τους.



Ραβδόγραμμα 4: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το φορέα εργασίας τους.



Γράφημα πίτας 4: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το φορέα εργασίας τους.

4.2 Ειδικό μέρος

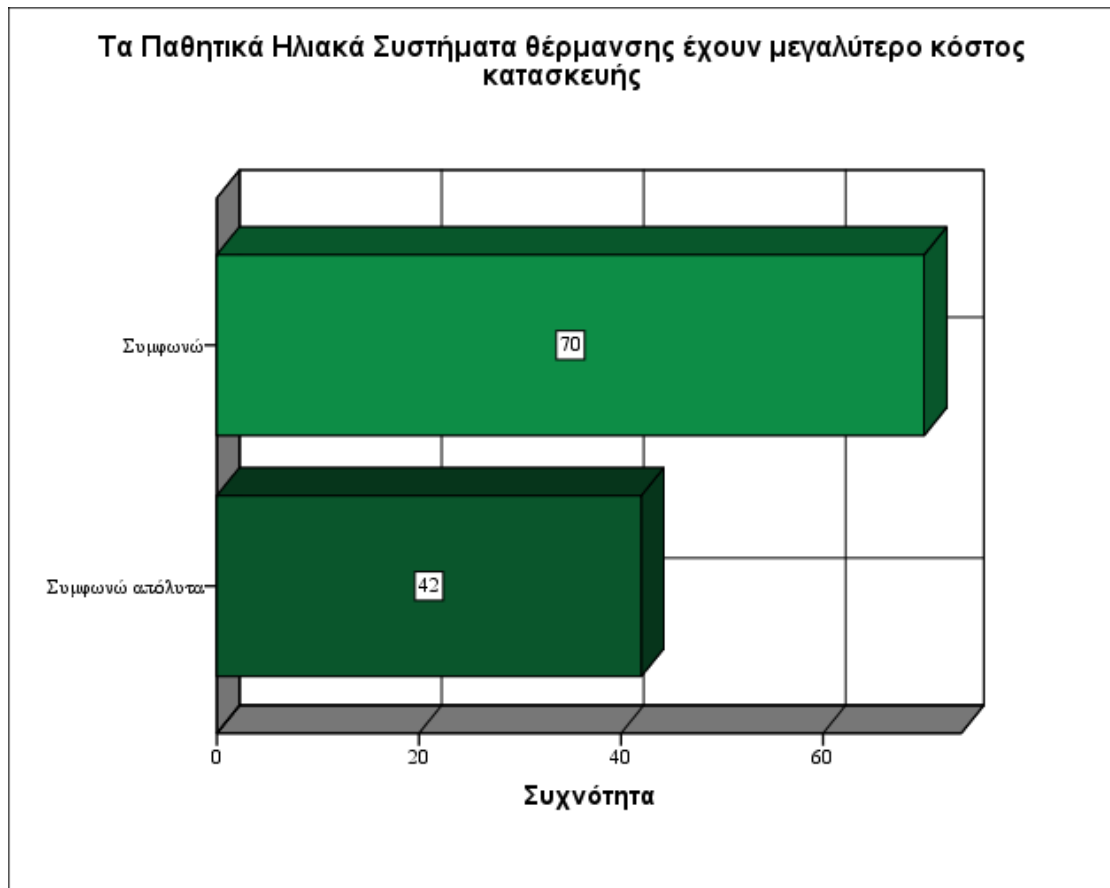
- Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 5 είναι εμφανές πως 70 πολιτικοί μηχανικοί συμφώνησαν με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής (62,5% του δείγματος) ενώ 42 άτομα που συμφώνησαν απόλυτα με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής (37,5% του δείγματος).

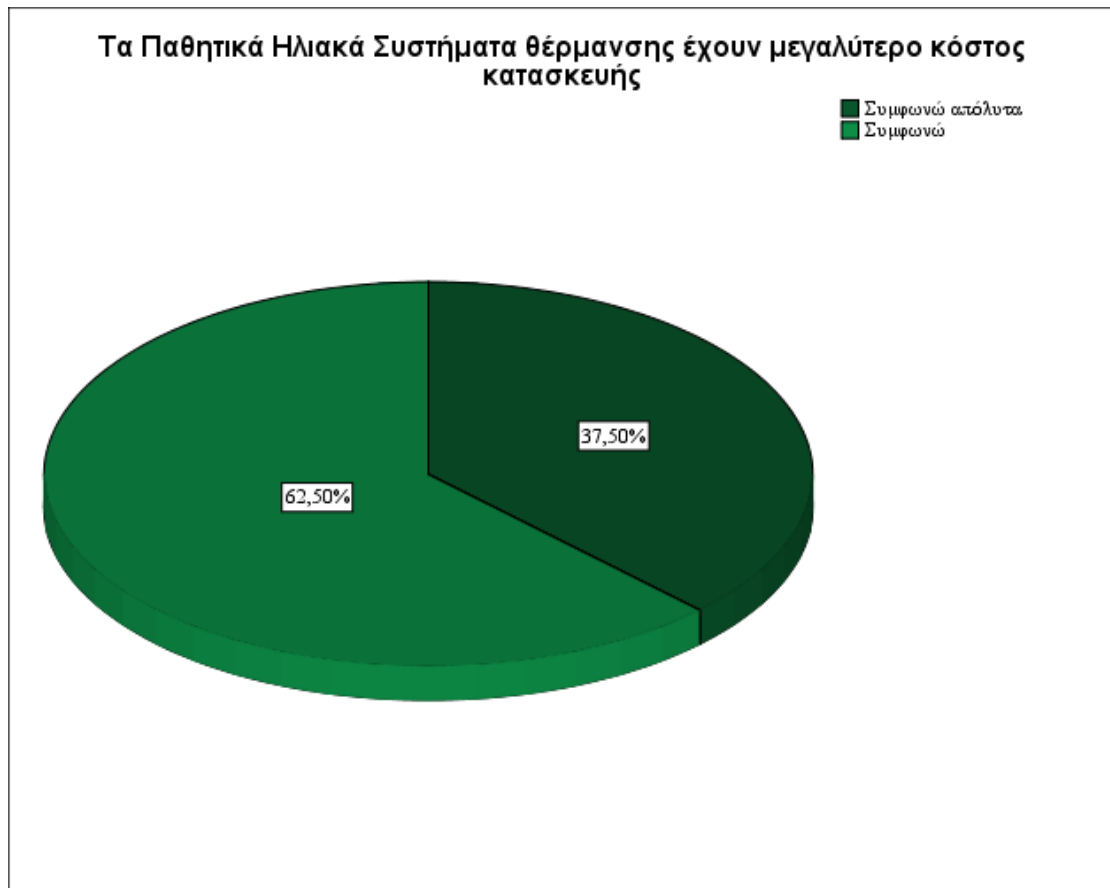
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής

		Frequency	Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	42	37,5
	Συμφωνώ	70	62,5
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 5: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.



Ραβδόγραμμα 5: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.



Γράφημα πίτας 5: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.

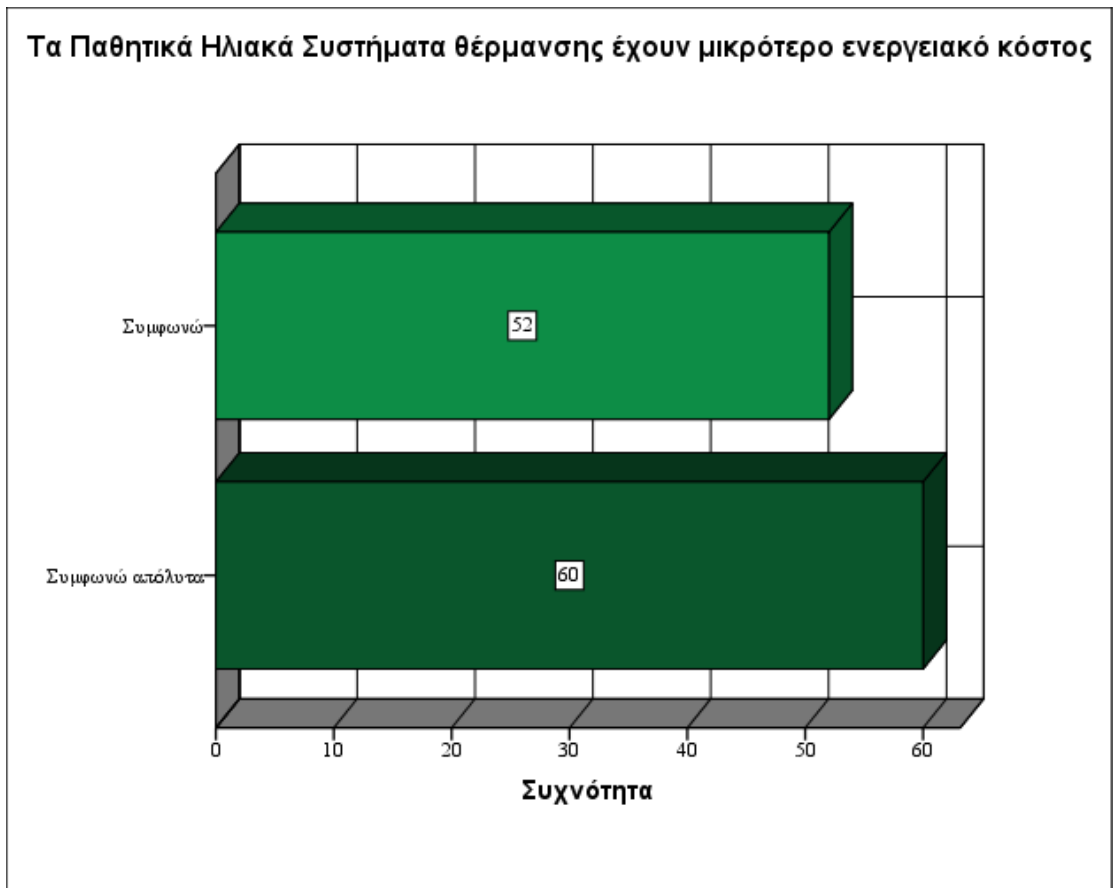
- Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος

Μέσω των στοιχείων που είναι εμφανή στον πίνακα συχνοτήτων 6 είναι εμφανές πως 60 πολιτικοί μηχανικοί συμφώνησαν με το ότι Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος (53,6% του δείγματος) ενώ 52 άτομα που συμφώνησαν απόλυτα με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος (46,4% του δείγματος).

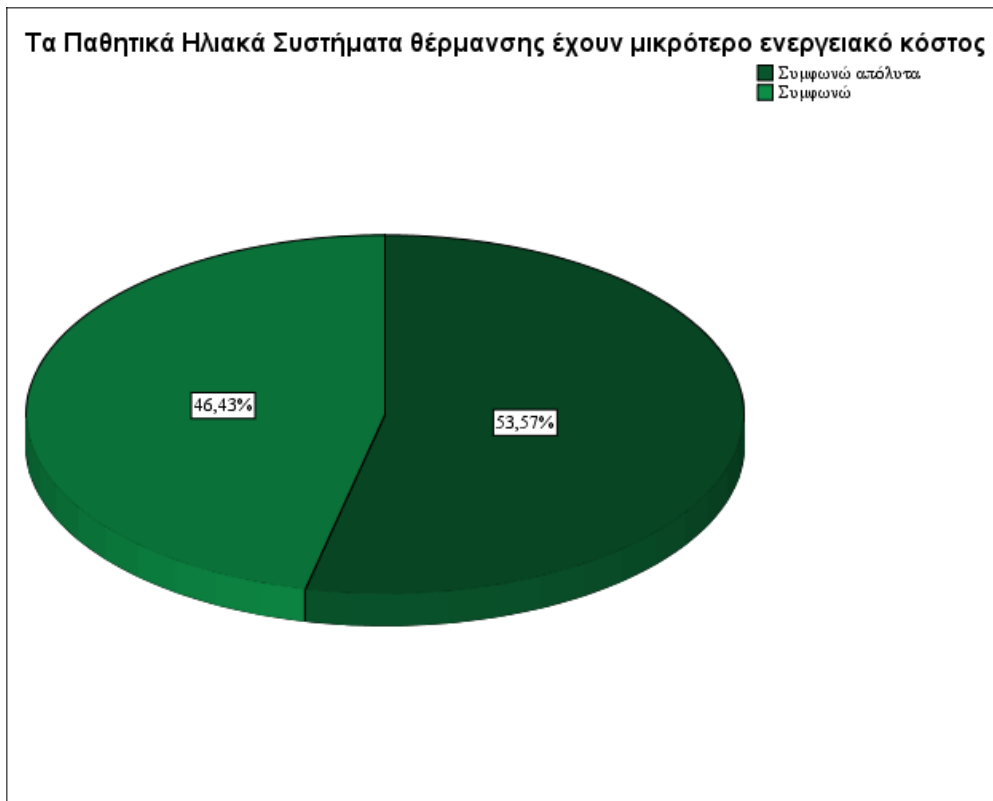
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο
ενεργειακό κόστος

		Frequency	Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	60	53,6
	Συμφωνώ	52	46,4
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 6: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.



Ραβδόγραμμα 6: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.



Γράφημα πίτας 6: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.

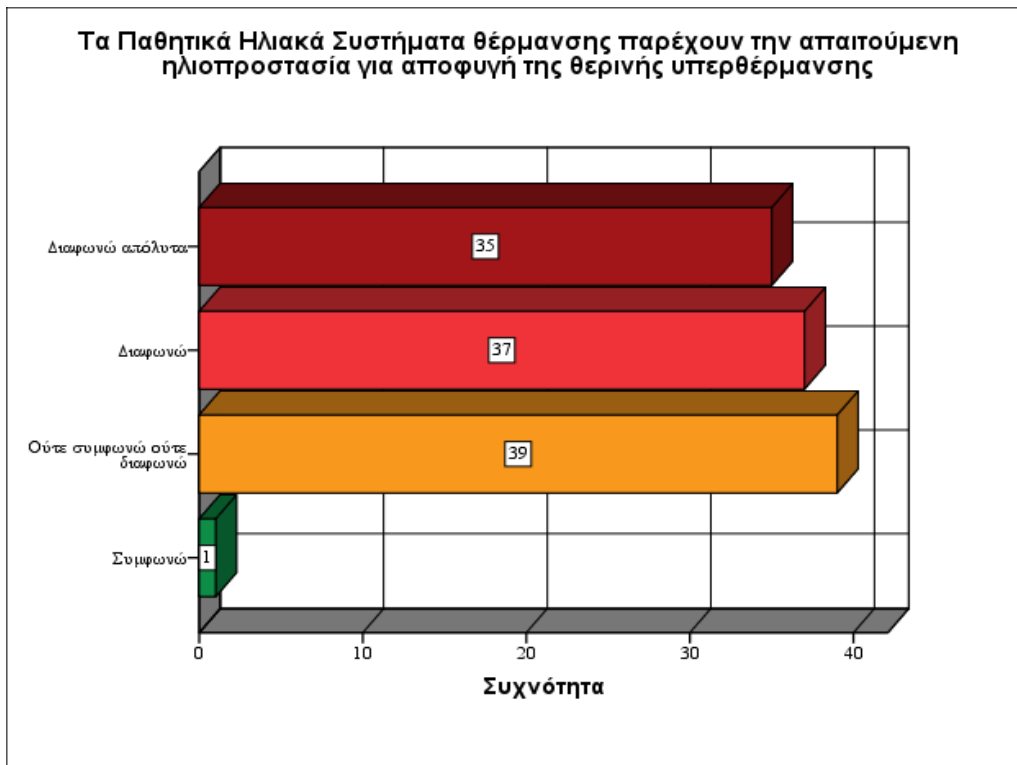
- Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 7 είναι εμφανές πως 1 πολιτικός μηχανικός συμφώνησε με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης (0,9% του δείγματος) ενώ 39 άτομα ούτε συμφώνησαν αλλά και ούτε διαφώνησαν με την παρούσα πρόταση (34,8% του δείγματος). Επιπλέον 37 άτομα διαφώνησαν με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης (33% του δείγματος) ενώ 35 άτομα διαφώνησαν απόλυτα με το προαναφερθέν (31,3% του δείγματος).

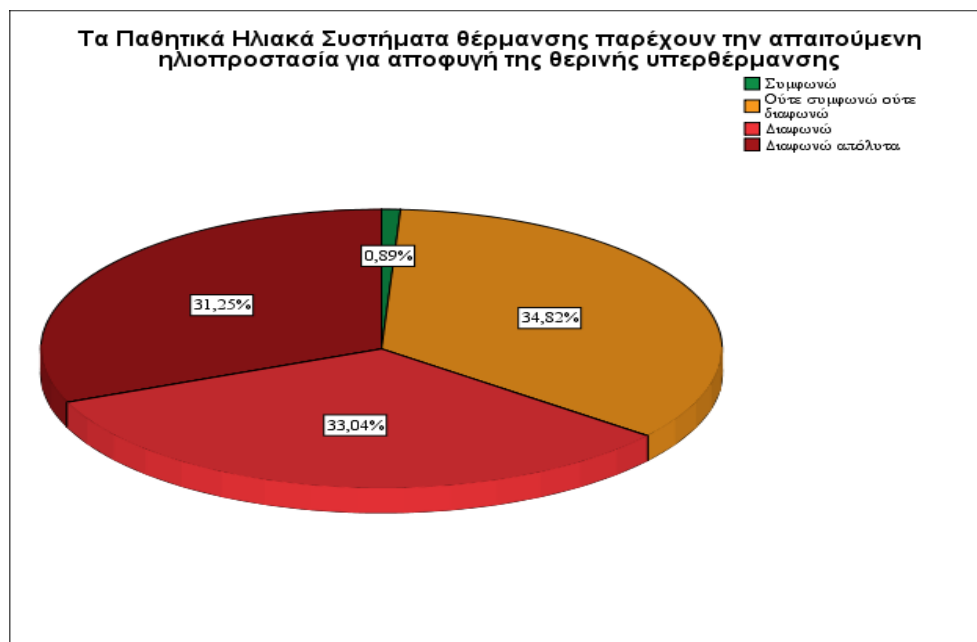
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης

		Frequency	Percent
Valid	Συμφωνώ	1	,9
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	39	34,8
	Διαφωνώ	37	33,0
	Διαφωνώ απόλυτα	35	31,3
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 7: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης.



Ραβδόγραμμα 7: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης.



Γράφημα πίτας 7: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης.

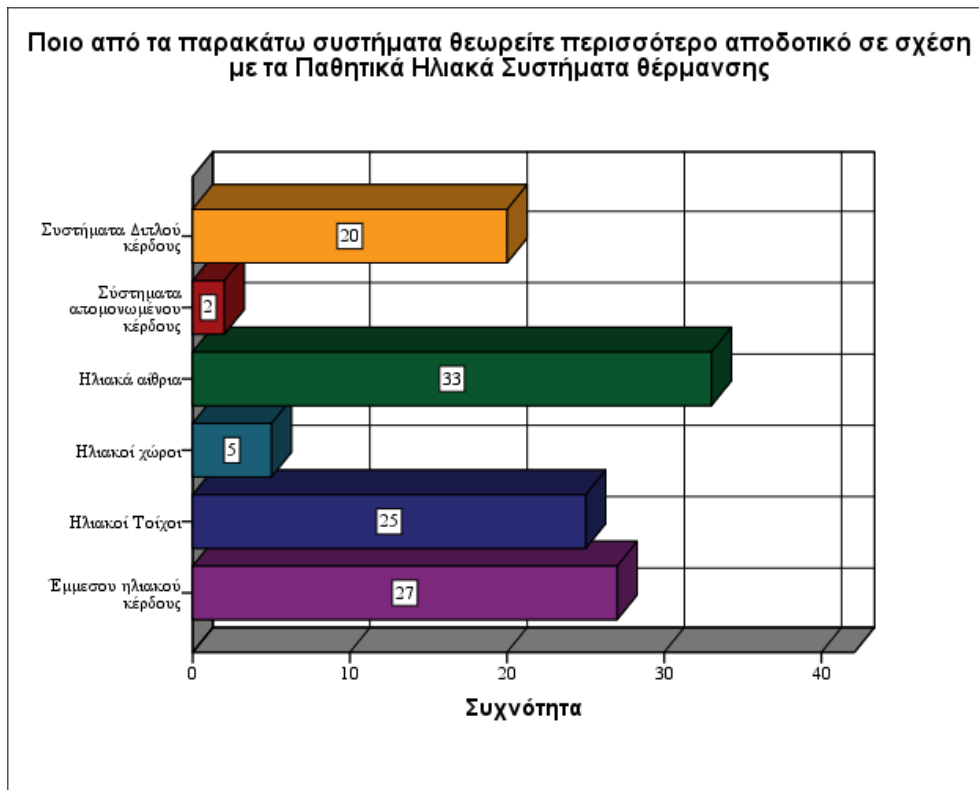
- Ποιο από τα παρακάτω συστήματα θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης

Μέσω των στοιχείων που είναι εμφανή στον πίνακα συχνοτήτων 8 είναι εμφανές πως 33 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τα ηλιακά αίθρια ως τα πιο αποδοτικά παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης (29,5% του δείγματος) ενώ 27 άτομα θεωρούν ως πιο αποδοτικά συστήματα τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους (24,1% του δείγματος). Στη συνέχεια ακολούθησαν οι ηλιακοί τοίχοι αφού 25 πολιτικοί μηχανικοί τους θεωρούν ως πιο αποδοτικά παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης (22,5% του δείγματος) ενώ 20 πολιτικοί μηχανικοί θεώρησαν ως πιο αποδοτικά τα συστήματα διπλού κέρδους (17,9%). Την ίδια στιγμή 5 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν πιο αποδοτικούς τους ηλικιακούς χώρους (4,5% του δείγματος) και 2 άτομα τα συστήματα απομονωμένου κέρδους (1,8% του δείγματος).

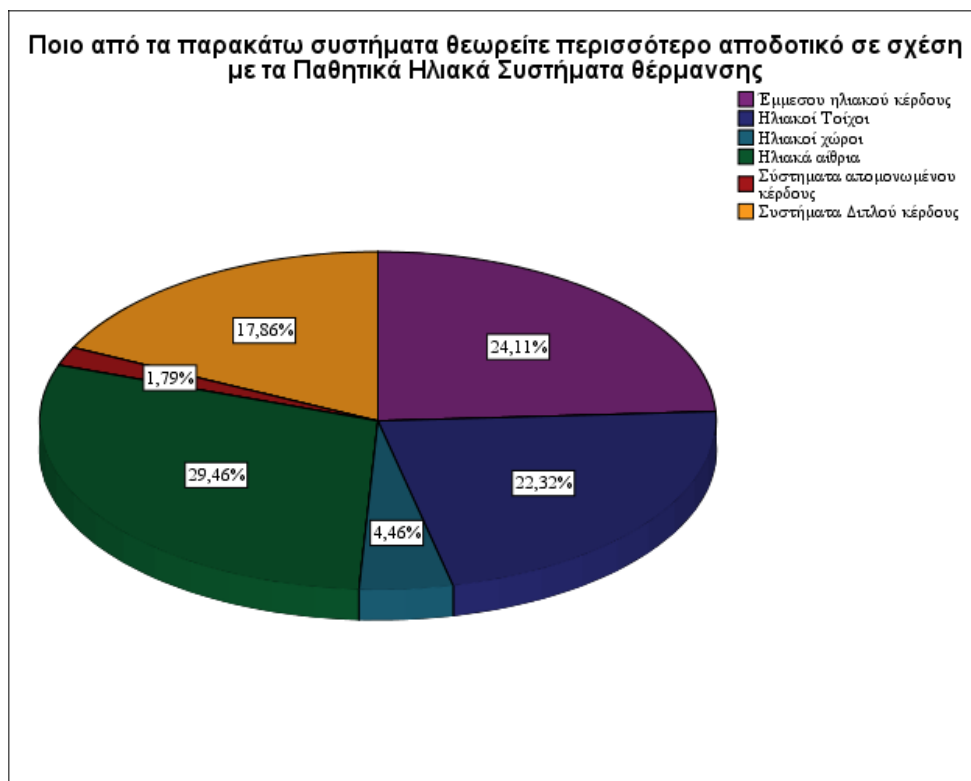
Ποιο από τα παρακάτω συστήματα θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης

		Frequency	Percent
Valid	Έμμεσου ηλιακού κέρδους	27	24,1
	Ηλιακοί Τοίχοι	25	22,3
	Ηλιακοί χώροι	5	4,5
	Ηλιακά αίθρια	33	29,5
	Σύστημα απομονωμένου κέρδους	2	1,8
	Συστήματα Διπλού κέρδους	20	17,9
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 8: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα θέρμανσης που θεωρούν περισσότερο αποδοτικό.



Ραβδόγραμμα 8: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα θέρμανσης που θεωρούν περισσότερο αποδοτικό.



Γράφημα πίτας 8: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα θέρμανσης που θεωρούν περισσότερο αποδοτικό.

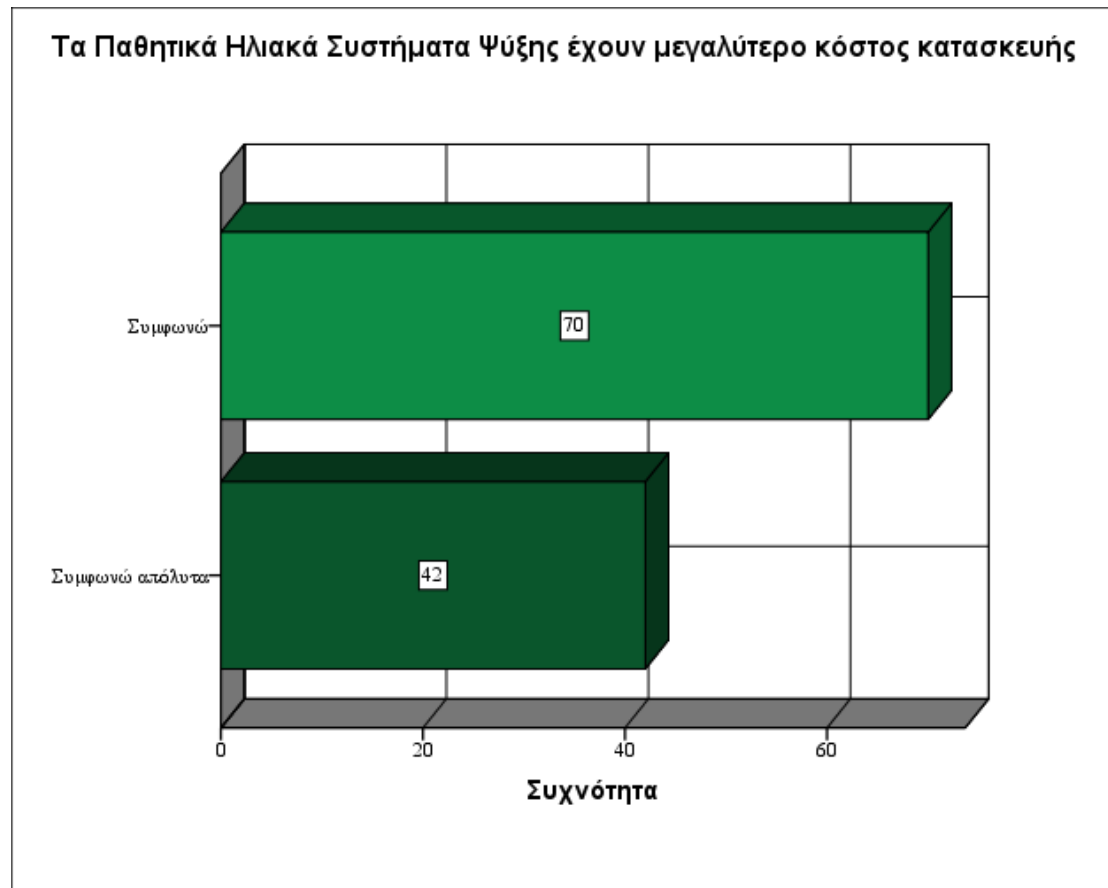
- Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής

Μέσω των στοιχείων που είναι εμφανή στον πίνακα συχνοτήτων 9 είναι εμφανές πως 70 πολιτικοί μηχανικοί συμφώνησαν με το ότι Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής (62,5% του δείγματος) ενώ 42 άτομα που συμφώνησαν απόλυτα με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής (37,5% του δείγματος).

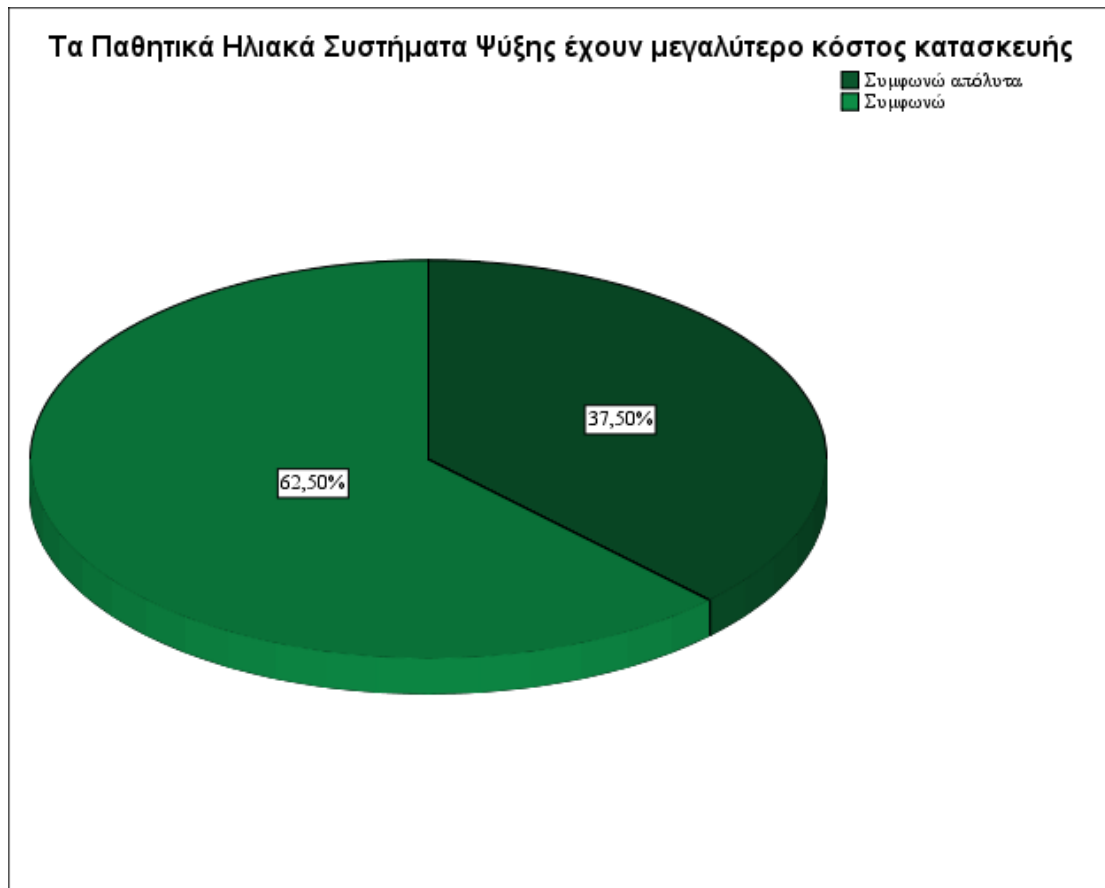
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος
κατασκευής

		Frequency	Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	42	37,5
	Συμφωνώ	70	62,5
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 9: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.



Ραβδόγραμμα 9: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.



Γράφημα πίτας 9: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.

- Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος

Μέσω των στοιχείων που είναι εμφανή στον πίνακα συχνοτήτων 10 είναι εμφανές πως 64 πολιτικοί μηχανικοί συμφώνησαν με το ότι Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος (57,1% του δείγματος) ενώ 48 άτομα που συμφώνησαν απόλυτα με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος (42,9% του δείγματος).

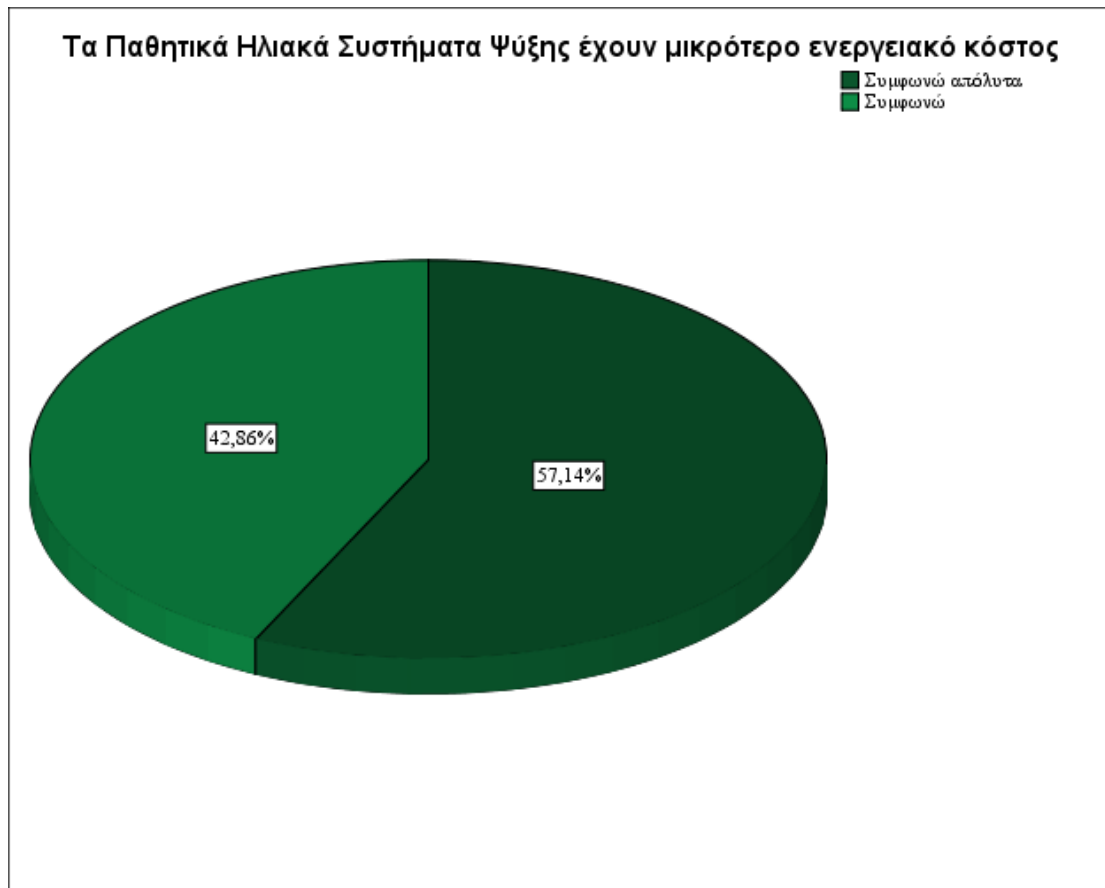
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος

		Frequency	Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	64	57,1
	Συμφωνώ	48	42,9
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 10: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.



Ραβδόγραμμα 10: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.



Γράφημα πίτας 10: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το επίπεδο συμφωνίας τους με το ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.

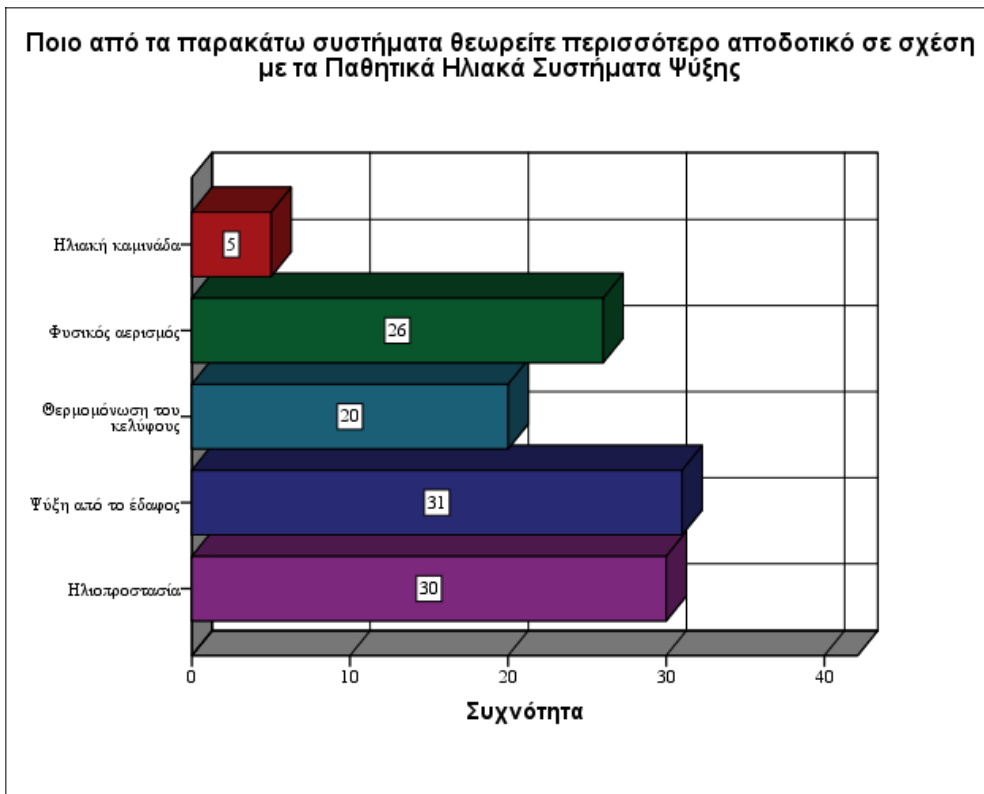
- Ποιο από τα παρακάτω συστήματα θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης

Παρατηρώντας τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον πίνακα συχνοτήτων 11 είναι εμφανές πως 31 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν την ψύξη του εδάφους ως το πιο αποδοτικό παθητικό ηλιακό σύστημα ψύξης (27,7% του δείγματος) ενώ 30 άτομα θεωρούν την ηλιοπροστασία ως το πιο αποδοτικό σύστημα (26,8% του δείγματος). Στη συνέχεια ακολούθησαν 36 πολιτικοί μηχανικοί που θεωρούν ως πιο αποδοτικό σύστημα το φυσικό αερισμό (23,2% του δείγματος) ενώ 20 πολιτικοί μηχανικοί θεώρησαν ως πιο αποδοτική την θερμομόνωση του κελύφους (17,9%). Τέλος 5 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν την ηλιακή καμινάδα ως το πιο αποδοτικό παθητικό ηλιακό σύστημα ψύξης (1,8% του δείγματος).

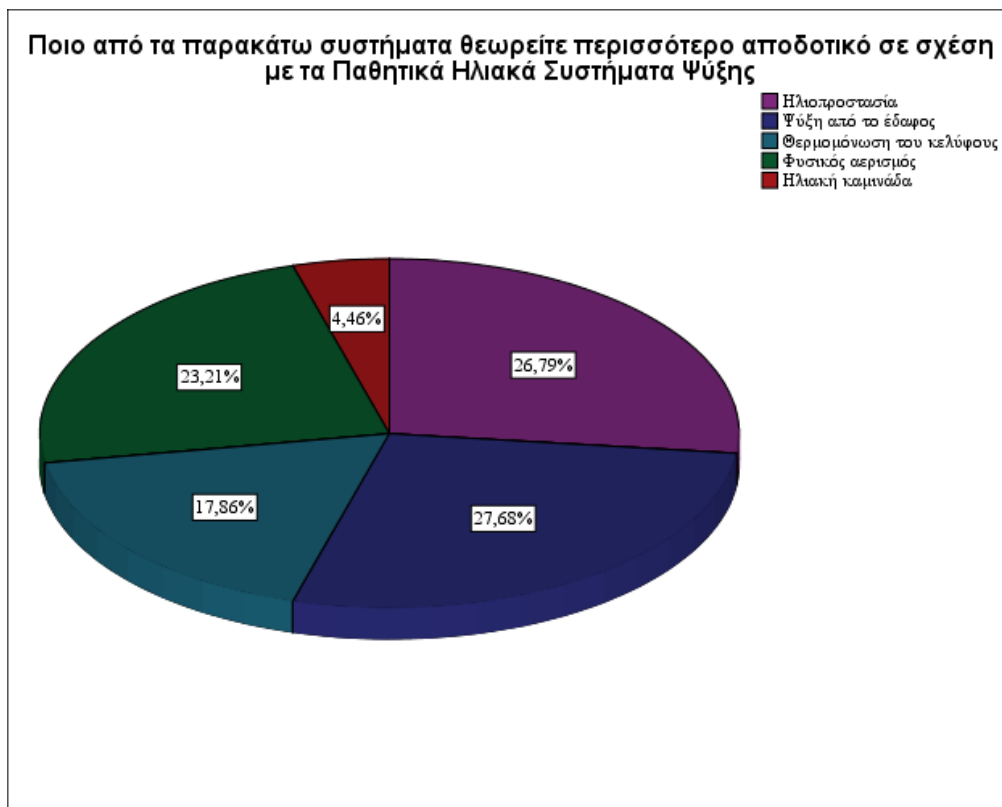
Ποιο από τα παρακάτω συστήματα θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης

		Frequency	Percent
Valid	Ηλιοπροστασία	30	26,8
	Ψύξη από το έδαφος	31	27,7
	Θερμομόνωση του κελύφους	20	17,9
	Φυσικός αερισμός	26	23,2
	Ηλιακή καμινάδα	5	4,5
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 11: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα Ψύξης που θεωρούν περισσότερο αποδοτικό.



Ραβδόγραμμα 11: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα Ψύξης που θεωρούν περισσότερο αποδοτικό.



Γράφημα πίτας 11: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα Ψύξης που θεωρούν περισσότερο αποδοτικό.

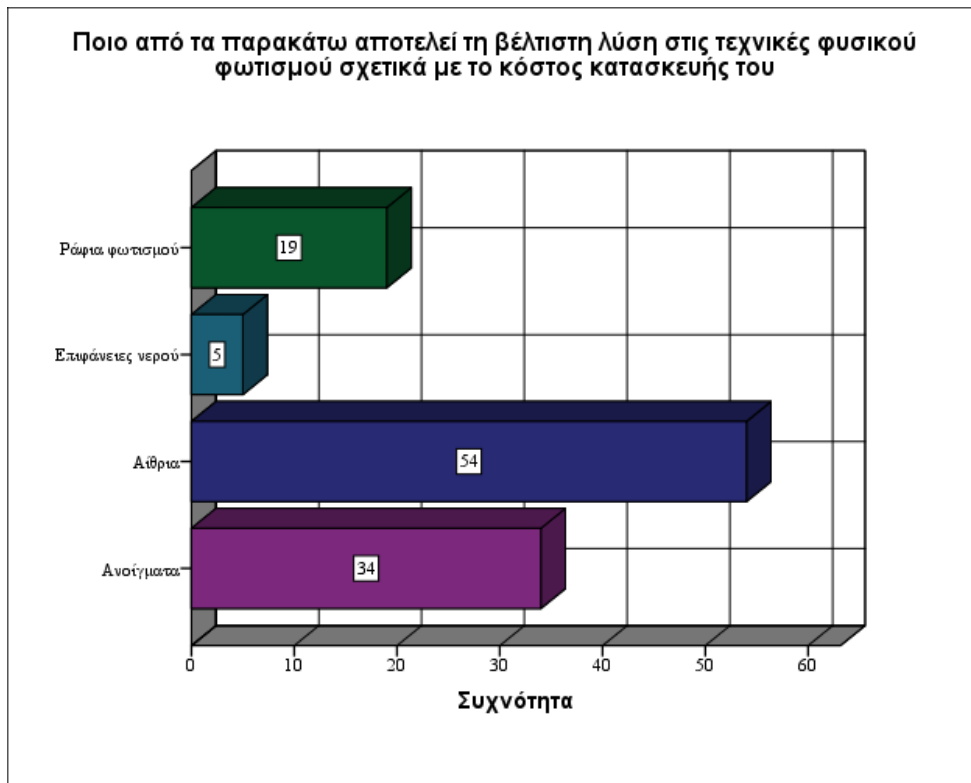
- Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του

Μέσου του πίνακα συχνοτήτων 12 παρατηρείται πως 54 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τα αίθρια ως τη βέλτιστη λύση ανάμεσα από τις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής τους (48,2% του δείγματος) ενώ 34 άτομα θεωρούν τα ανοίγματα ως τη βέλτιστη λύση (30,4% του δείγματος). Στη συνέχεια ακολούθησαν 19 πολιτικοί μηχανικοί που θεωρούν ως βέλτιστη λύση τα ράφια φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής τους (17% του δείγματος) ενώ 5 πολιτικοί μηχανικοί θεώρησαν ως βέλτιστη λύση τις επιφάνειες νερού (4,5% του δείγματος).

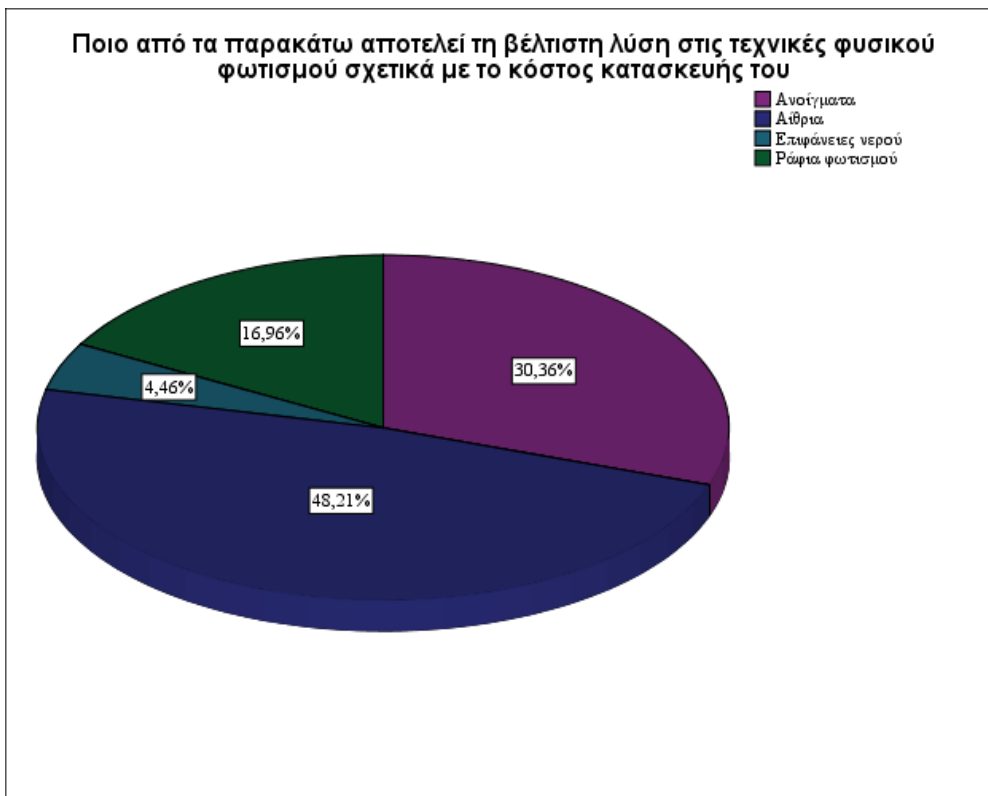
Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του

		Frequency	Percent
Valid	Ανοίγματα	34	30,4
	Αίθρια	54	48,2
	Επιφάνειες νερού	5	4,5
	Ράφια φωτισμού	19	17,0
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 12: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του.



Ραβδόγραμμα 12: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του.



Γράφημα πίτας 12: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του.

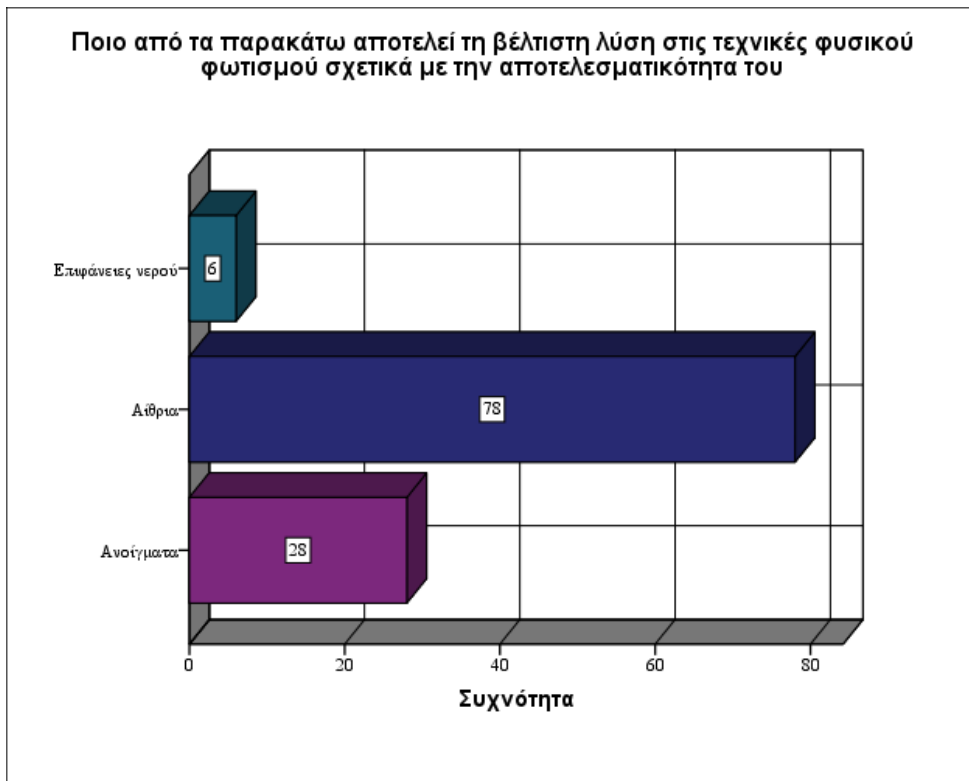
- Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα του

Από τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 13 παρατηρείται πως 78 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τα αίθρια ως τη βέλτιστη λύση ανάμεσα από τις τεχνικές φυσικού φωτισμού όσον αφορά την αποτελεσματικότητα τους (69,6% του δείγματος) ενώ 28 άτομα θεωρούν τα ανοίγματα ως τη βέλτιστη λύση (25% του δείγματος). Επιπλέον 6 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν ως βέλτιστη λύση τις επιφάνειες νερού (5,4% του δείγματος).

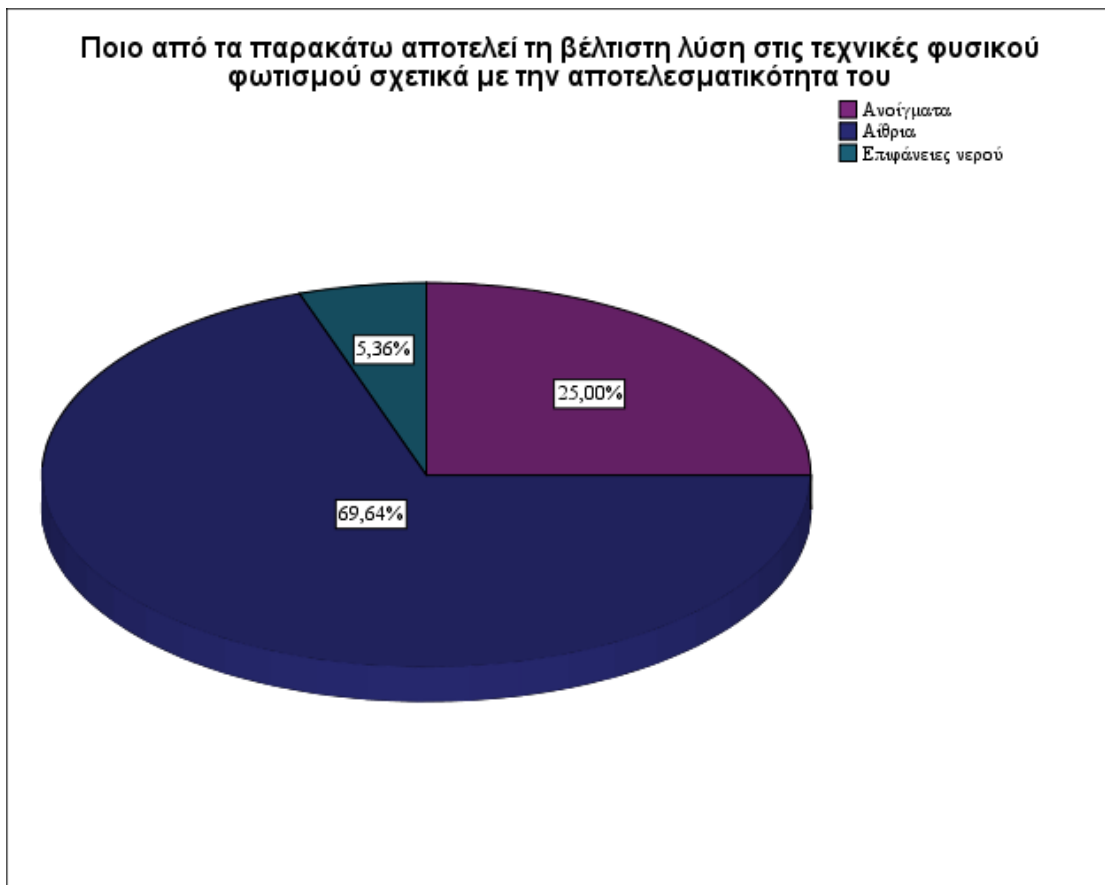
Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα του

		Frequency	Percent
Valid	Ανοίγματα	28	25,0
	Αίθρια	78	69,6
	Επιφάνειες νερού	6	5,4
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 13: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα του.



Ραβδόγραμμα 13: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητά του.



Γράφημα πίτας 13: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα του.

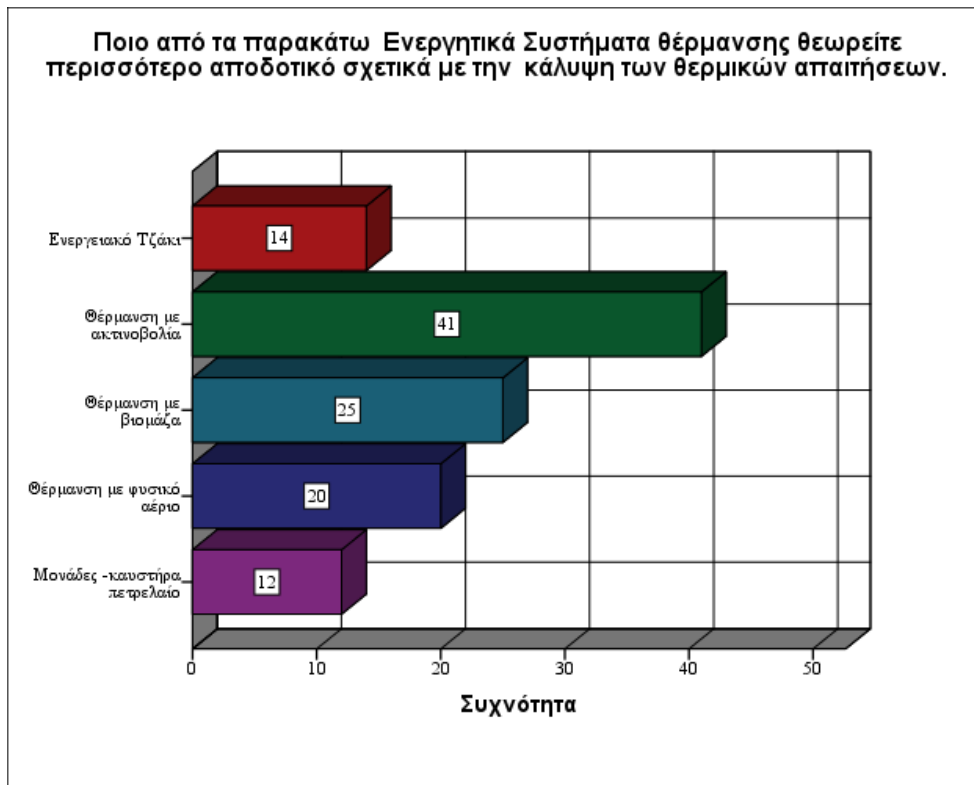
- Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων

Από τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 14 παρατηρείται πως 41 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν την θέρμανση με ακτινοβολία ως το πιο αποδοτικό Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων (36,6% του δείγματος) ενώ 25 άτομα θεωρούν την θέρμανση με βιομάζα ως την πιο αποδοτική λύση (22,3% του δείγματος). Επιπλέον 20 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν ως πιο αποδοτική λύση τη θέρμανση με φυσικό αέριο (17,9% του δείγματος), 14 άτομα θεωρούν πιο αποδοτική λύση τα ενεργειακά τζάκια (12,5% του δείγματος) ενώ 12 ήταν οι πολιτικοί μηχανικοί που θεωρούσαν τις μονάδες - καυστήρες πετρελαίου ως περισσότερο αποδοτικές ως προς την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων (10,7% του δείγματος).

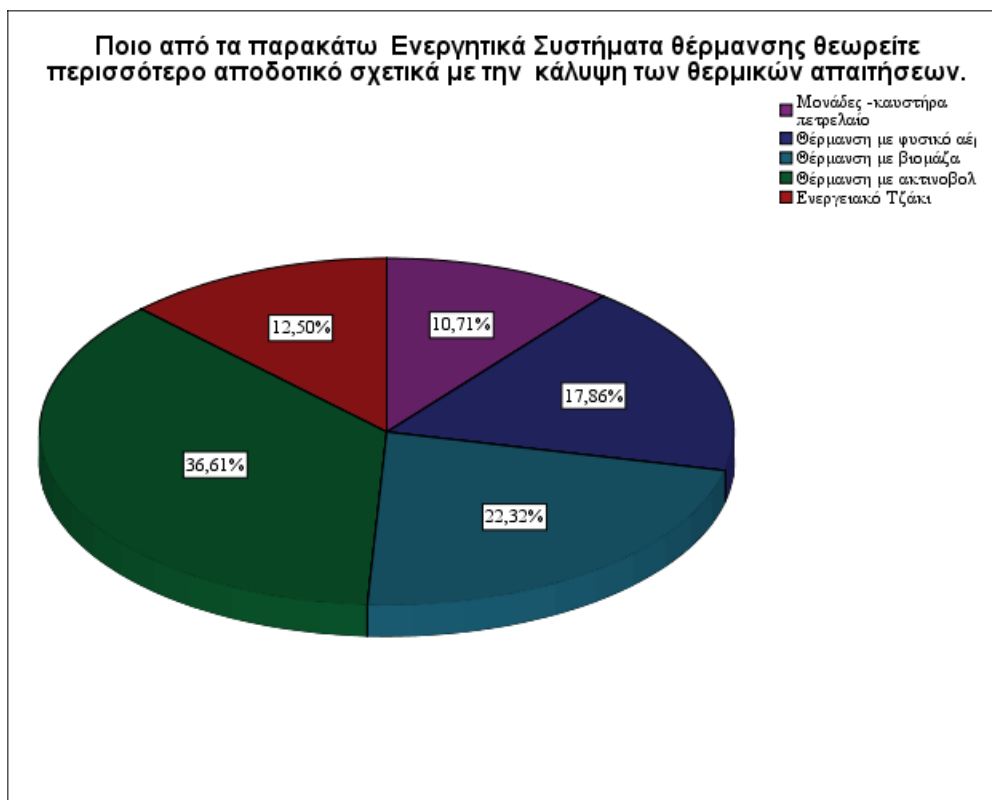
Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων.

		Frequency	Percent
Valid	Μονάδες -καυστήρα πετρελαίο	12	10,7
	Θέρμανση με φυσικό αέριο	20	17,9
	Θέρμανση με βιομάζα	25	22,3
	Θέρμανση με ακτινοβολία	41	36,6
	Ενεργειακό Τζάκι	14	12,5
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 14: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το πιο αποδοτικό Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων.



Ραβδόγραμμα 14: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το πιο αποδοτικό Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων.



Γράφημα πίτας 14: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το πιο αποδοτικό Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων.

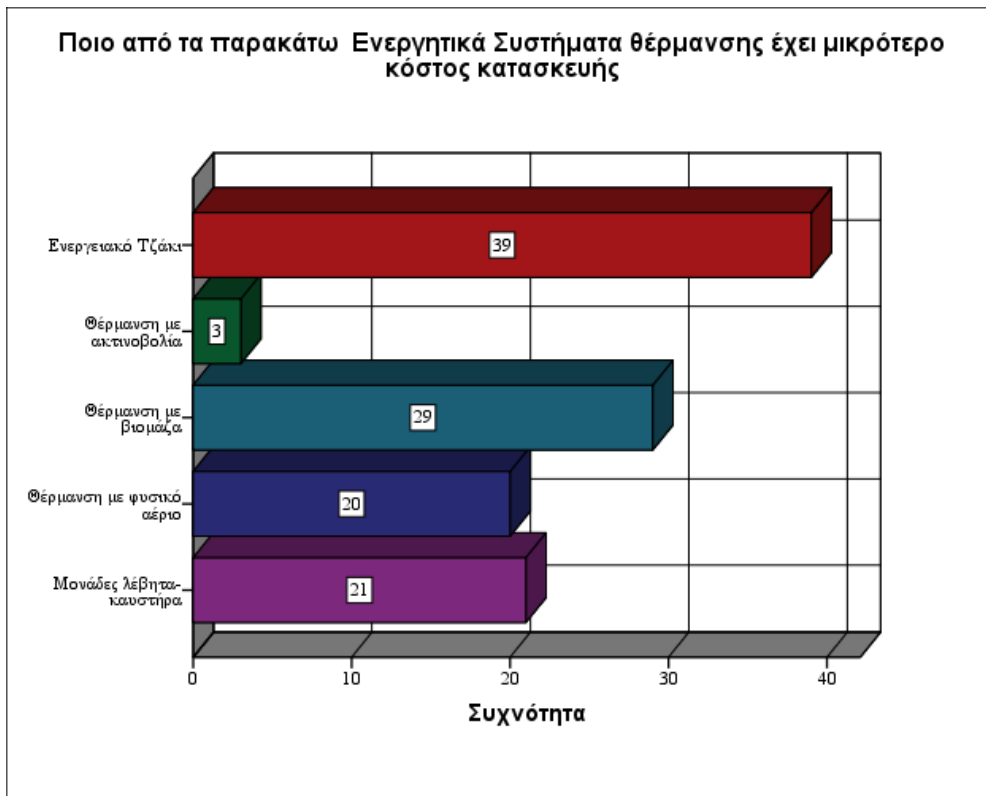
- Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος κατασκευής

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 15 καθίσταται εμφανές πως 39 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν το ενεργειακό τζάκι ως το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης με το μικρότερο κόστος κατασκευής (34,8% του δείγματος) ενώ 29 άτομα θεωρούν τη θέρμανση με βιομάζα ως την πιο οικονομική λύση (25,9% του δείγματος). Επιπλέον 21 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν ως πιο οικονομική λύση ως προς το κόστος κατασκευής τις μονάδες λέβητα-καυστήρα (18,8% του δείγματος), 20 άτομα θεωρούν πιο οικονομική λύση τη θέρμανση με φυσικό αέριο (17,9% του δείγματος) ενώ 3 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούσαν τη θέρμανση με ακτινοβολία ως το σύστημα με το μικρότερο κόστος κατασκευής (2,7% του δείγματος).

Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος κατασκευής

		Frequency	Percent
Valid	Μονάδες λέβητα-καυστήρα	21	18,8
	Θέρμανση με φυσικό αέριο	20	17,9
	Θέρμανση με βιομάζα	29	25,9
	Θέρμανση με ακτινοβολία	3	2,7
	Ενεργειακό Τζάκι	39	34,8
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 15: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης που έχει το μικρότερο κόστος κατασκευής.



Ραβδόγραμμα 15: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης που έχει το μικρότερο κόστος κατασκευής.



Γράφημα πίτας 15: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης που έχει το μικρότερο κόστος κατασκευής.

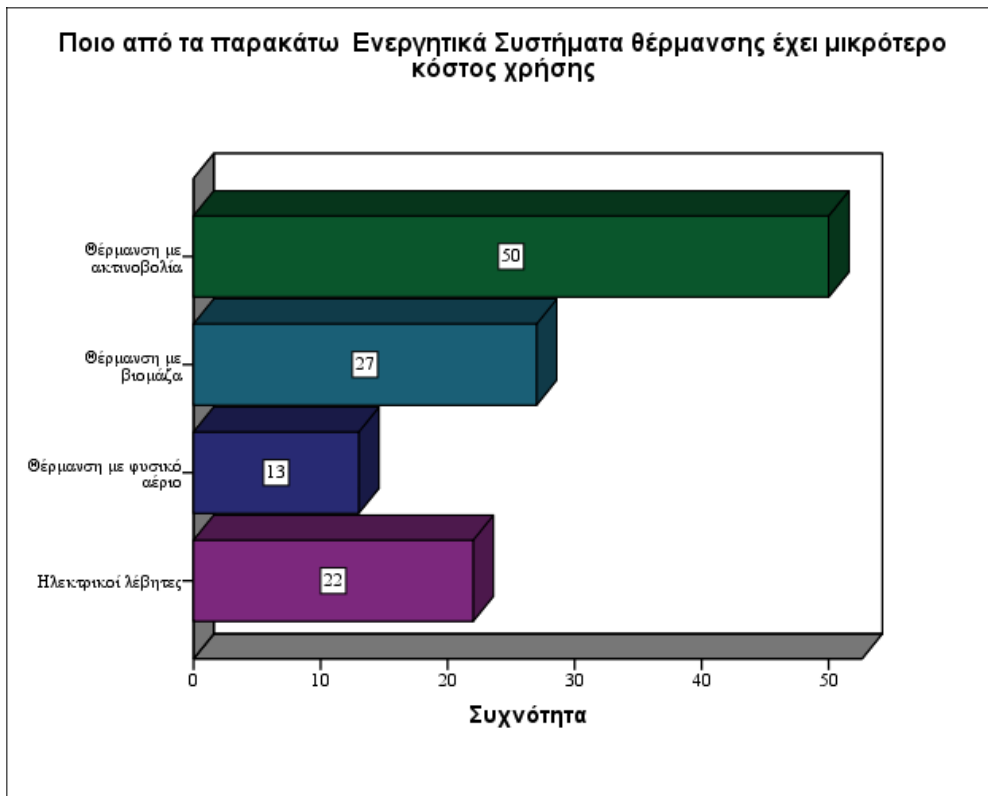
- Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 16 καθίσταται εμφανές πως 50 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τη θέρμανση με ακτινοβολία ως το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης με το μικρότερο κόστος χρήσης (44,6% του δείγματος) ενώ 27 άτομα θεωρούν τη θέρμανση με βιομάζα ως την πιο οικονομική λύση ως προς το κόστος χρήσης της (24,1% του δείγματος). Επιπλέον 22 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν ως πιο οικονομική λύση ως προς το κόστος χρήσης τους τους ηλεκτρικούς λέβητες (19,6% του δείγματος) ενώ 13 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούσαν τη θέρμανση με φυσικό αέριο ως το σύστημα με το μικρότερο κόστος χρήσης (11,6% του δείγματος).

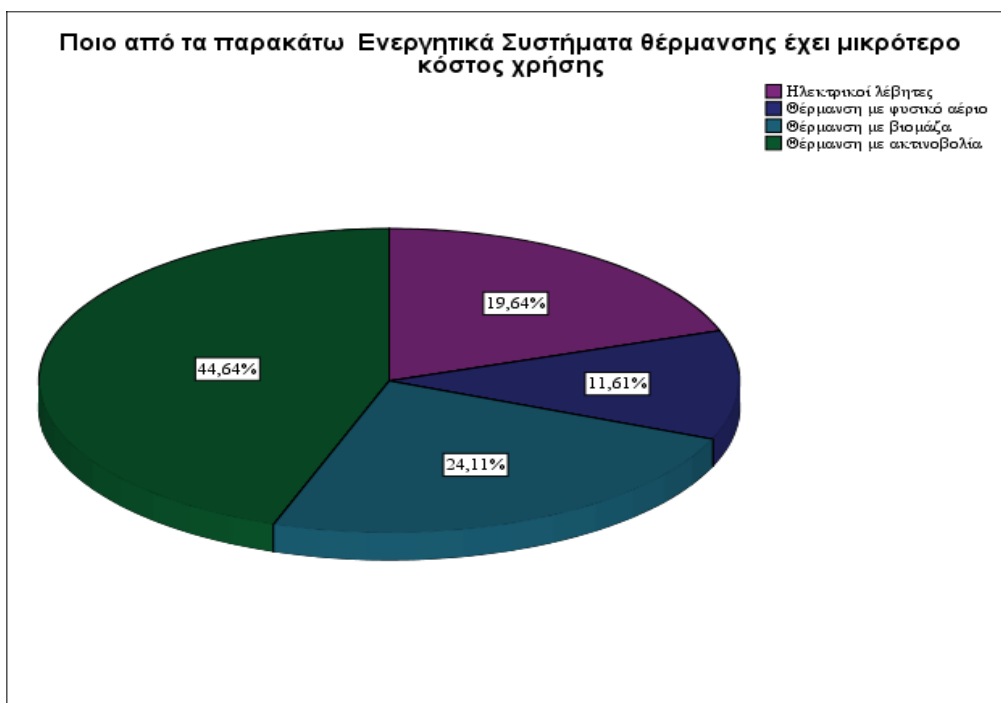
Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης

		Frequency	Percent
Valid	Ηλεκτρικοί λέβητες	22	19,6
	Θέρμανση με φυσικό αέριο	13	11,6
	Θέρμανση με βιομάζα	27	24,1
	Θέρμανση με ακτινοβολία	50	44,6
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 16: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης που έχει το μικρότερο κόστος χρήσης.



Ραβδόγραμμα 16: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης που έχει το μικρότερο κόστος χρήσης.



Γράφημα πίτας 16: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης που έχει το μικρότερο κόστος χρήσης.

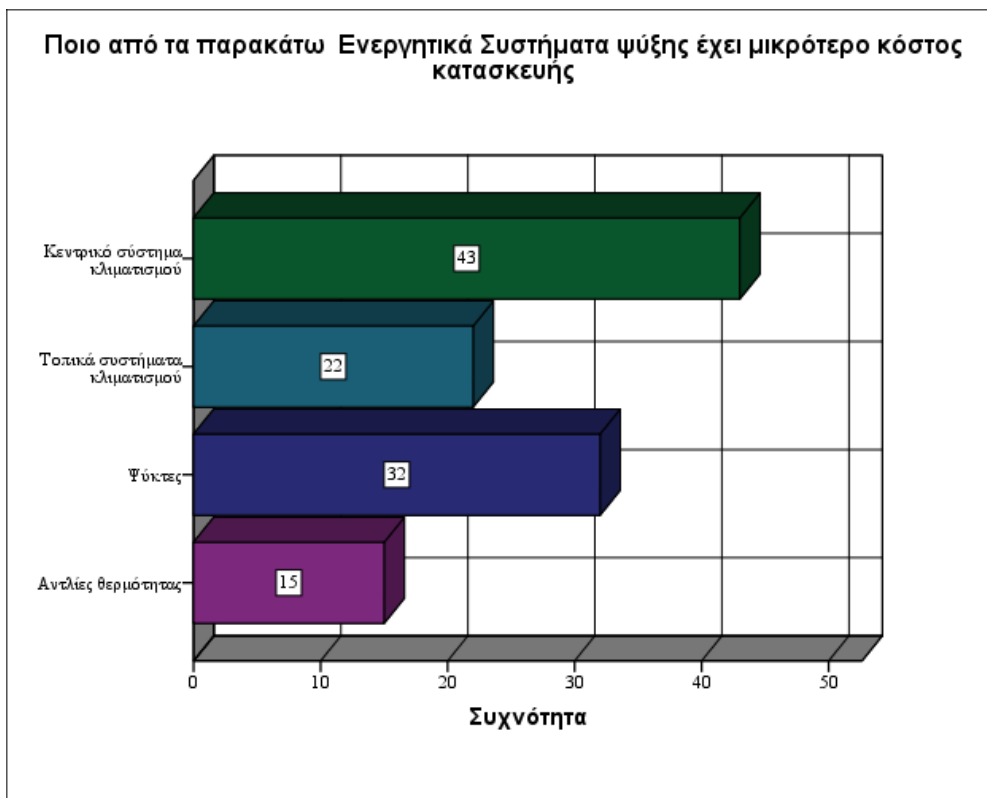
- Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα ψύξης έχει μικρότερο κόστος κατασκευής

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 17 καθίσταται εμφανές πως 43 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού ως το Ενεργητικά Συστήματα ψύξης με το μικρότερο κόστος κατασκευής (38,4% του δείγματος) ενώ 32 άτομα θεωρούν τους ψύκτες ως τη λύση με μικρότερο κόστος κατασκευής (28,6% του δείγματος). Την ίδια στιγμή 22 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν ως πιο οικονομική λύση ως προς την κατασκευή τους τα τοπικά συστήματα κλιματισμού (19,6% του δείγματος) και τέλος 15 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούσαν τις αντλίες θερμότητας ως το σύστημα με το μικρότερο κόστος κατασκευής (13,4% του δείγματος).

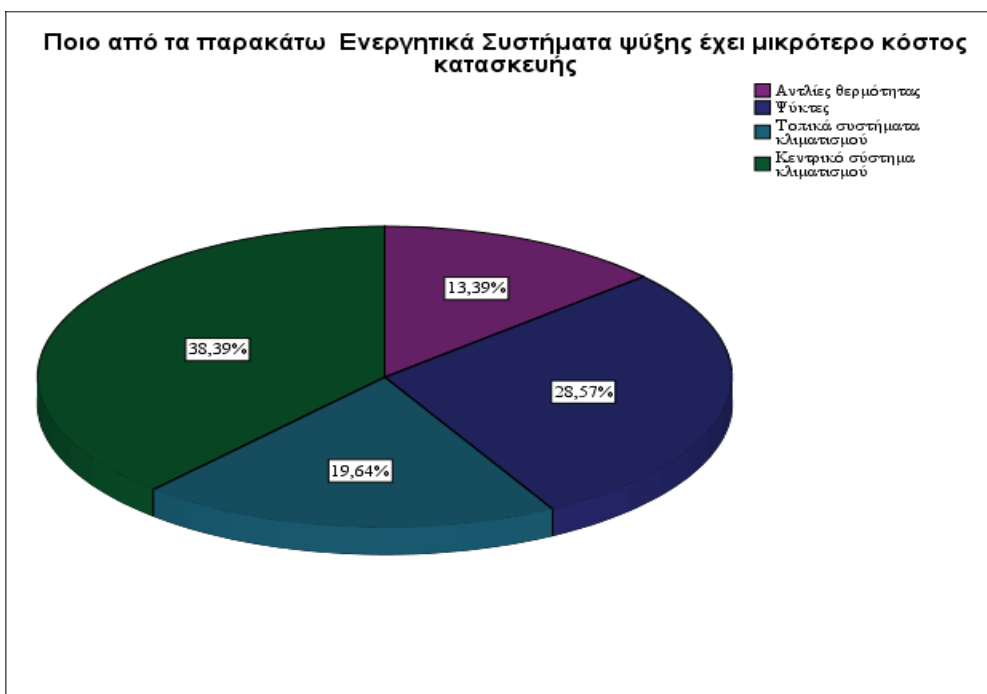
Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα ψύξης έχει μικρότερο κόστος κατασκευής

		Frequency	Percent
Valid	Αντλίες θερμότητας	15	13,4
	Ψύκτες	32	28,6
	Τοπικά συστήματα κλιματισμού	22	19,6
	Κεντρικό σύστημα κλιματισμού	43	38,4
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 17: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικά Συστήματα ψύξης που έχει το μικρότερο κόστος κατασκευής.



Ραβδόγραμμα 17: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικά Συστήματα ψύξης που έχει το μικρότερο κόστος κατασκευής.



Γράφημα πίτας 17: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικά Συστήματα ψύξης που έχει το μικρότερο κόστος κατασκευής.

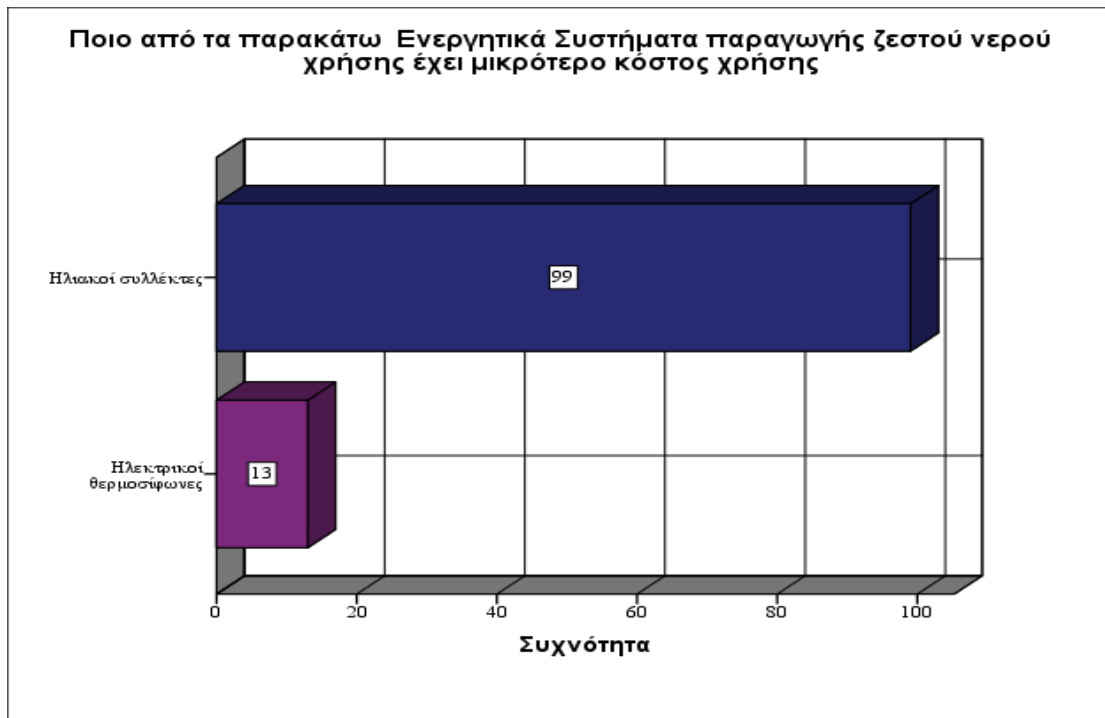
- Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης

Παρατηρώντας τα στοιχεία του πίνακα συχνοτήτων 18 καθίσταται εμφανές πως 99 πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τους ηλιακούς συλλέκτες ως το Ενεργητικό Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με το μικρότερο κόστος χρήσης (88,4% του δείγματος) ενώ 13 άτομα θεωρούν τους ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες ως την πιο οικονομική λύση ως προς το κόστος χρήσης της (11,6% του δείγματος).

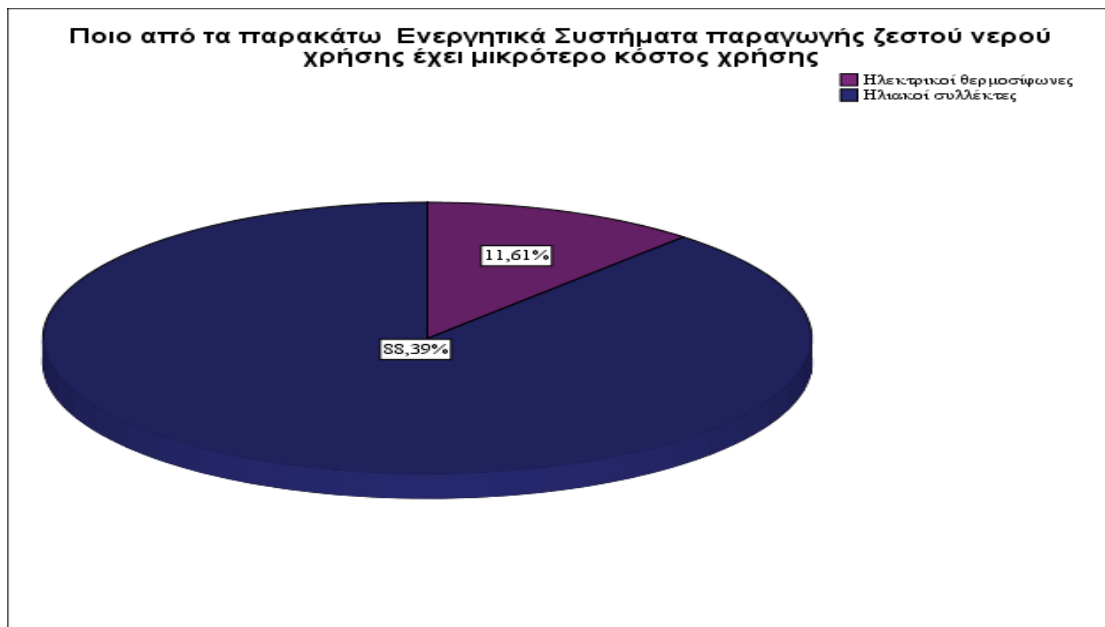
Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης

		Frequency	Percent
Valid	Ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες	13	11,6
	Ηλιακοί συλλέκτες	99	88,4
	Total	112	100,0

Πίνακας Συχνοτήτων 18: Παρουσίαση των συχνοτήτων και των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης που έχει το μικρότερο κόστος χρήσης.



Ραβδόγραμμα 18: Απεικόνιση των συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης που έχει το μικρότερο κόστος χρήσης.



Γράφημα πίτας 18: Απεικόνιση των εκατοστιαίων συχνοτήτων των απαντήσεων των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ποιο θεωρούν ότι είναι το Ενεργητικό Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης που έχει το μικρότερο κόστος χρήσης.

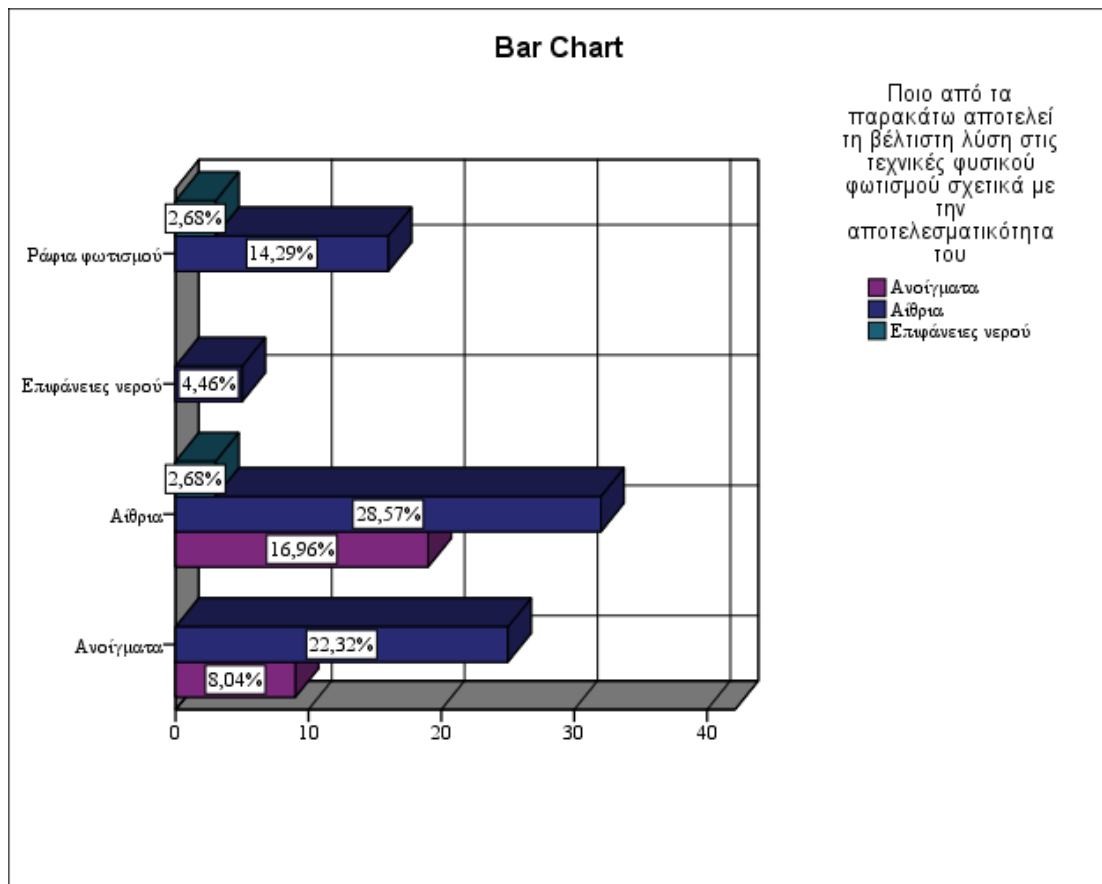
4.3 Διασταυρώσεις απαντήσεων

Παρατηρώντας τα ευρήματα του πίνακα που ακολουθεί καθίσταται εμφανές ότι όσον αφορά τους πολιτικούς μηχανικούς που θεωρούν πιο οικονομικά τα ανοίγματα ως προς την κατασκευή τους στην πλειοψηφία τους θεωρούν τα αίθρια πιο αποτελεσματικά στον φωτισμό τους. Ακόμη η πλειοψηφία των πολιτικών μηχανικών που θεωρεί τα αίθρια πιο οικονομικά τα θεωρεί και πιο αποτελεσματικά, ενώ και οι πολιτικοί μηχανικοί που θεωρούν τις επιφάνειες νερού και τα ράφια φωτισμού πιο οικονομικά θεωρούν τα αίθρια πιο αποτελεσματικά.

			Βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα του			Total
			Ανοίγματα	Αίθρια	Επιφάνειες νερού	
Βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του	Ανοίγματα	Count	9	25	0	34
		% within κόστος κατασκευής	26,5%	73,5%	0,0%	100,0%
	Αίθρια	Count	19	32	3	54
		% within κόστος κατασκευής	35,2%	59,3%	5,6%	100,0%
	Επιφάνειες νερού	Count	0	5	0	5
		% within κόστος κατασκευής	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Ράφια	Count	0	16	3	19

	φωτισμού	% within κόστος κατασκευής του	0,0%	84,2%	15,8%	100,0%
Total	Count		28	78	6	112
	% within κόστος κατασκευής		25,0%	69,6%	5,4%	100,0%

Πίνακας διασταύρωσης απαντήσεων 1 : Διασταύρωση των απαντήσεων των μεταβλητών ελέγχου κόστους κατασκευής ως προς την αποτελεσματικότητα των τεχνικών φυσικού φωτισμού

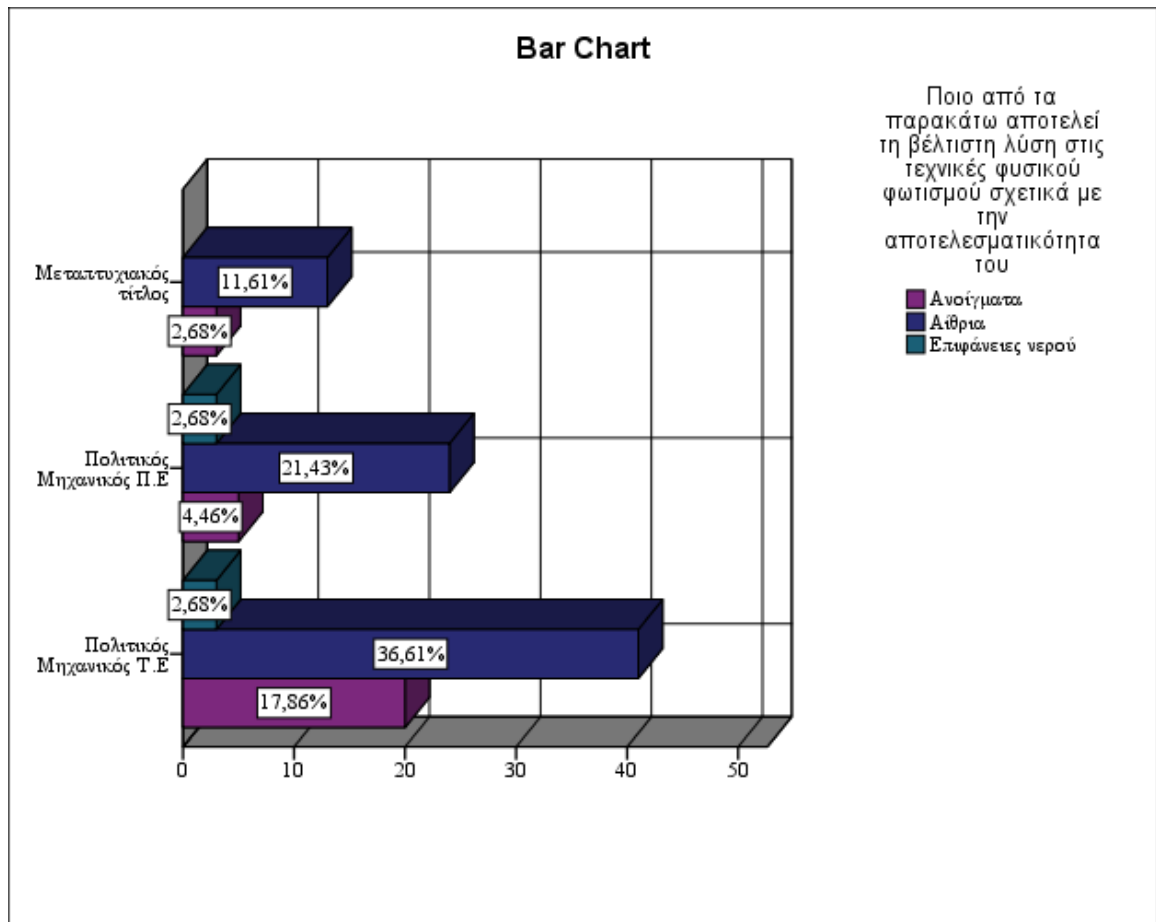


Ραβδόγραμμα 19: Απεικόνιση των στοιχείων της διασταύρωσης των απαντήσεων των μεταβλητών ελέγχου κόστους κατασκευής ως προς την αποτελεσματικότητα των τεχνικών φυσικού φωτισμού.

Όσον αφορά τα ευρήματα του πίνακα που έπεται καθίσταται εμφανές ότι οι πολιτικοί μηχανικοί Τ.Ε, Π.Ε καθώς και οι μεταπτυχιακοί συνάδελφοι τους θεωρούν στην πλειοψηφία τους πιο αποτελεσματικά τα αίθρια ως τεχνικές φυσικού φωτισμού (64,1%, 75%, 81,3%).

			Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα του			Total
			Ανοίγματα	Αίθρια	Επιφάνειες νερού	
Επίπεδο εκπαίδευσης	Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε	Count	20	41	3	64
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	31,3%	64,1%	4,7%	100,0%
	Πολιτικός Μηχανικός Π.Ε	Count	5	24	3	32
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	15,6%	75,0%	9,4%	100,0%
	Μεταπτυχιακός τίτλος	Count	3	13	0	16
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	18,8%	81,3%	0,0%	100,0%
Total		Count	28	78	6	112
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	25,0%	69,6%	5,4%	100,0%

Πίνακας διασταύρωσης απαντήσεων 2 : Διασταύρωση των απαντήσεων των μεταβλητών ελέγχου αποτελεσματικότητας των τεχνικών φυσικού φωτισμού όσον αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος.

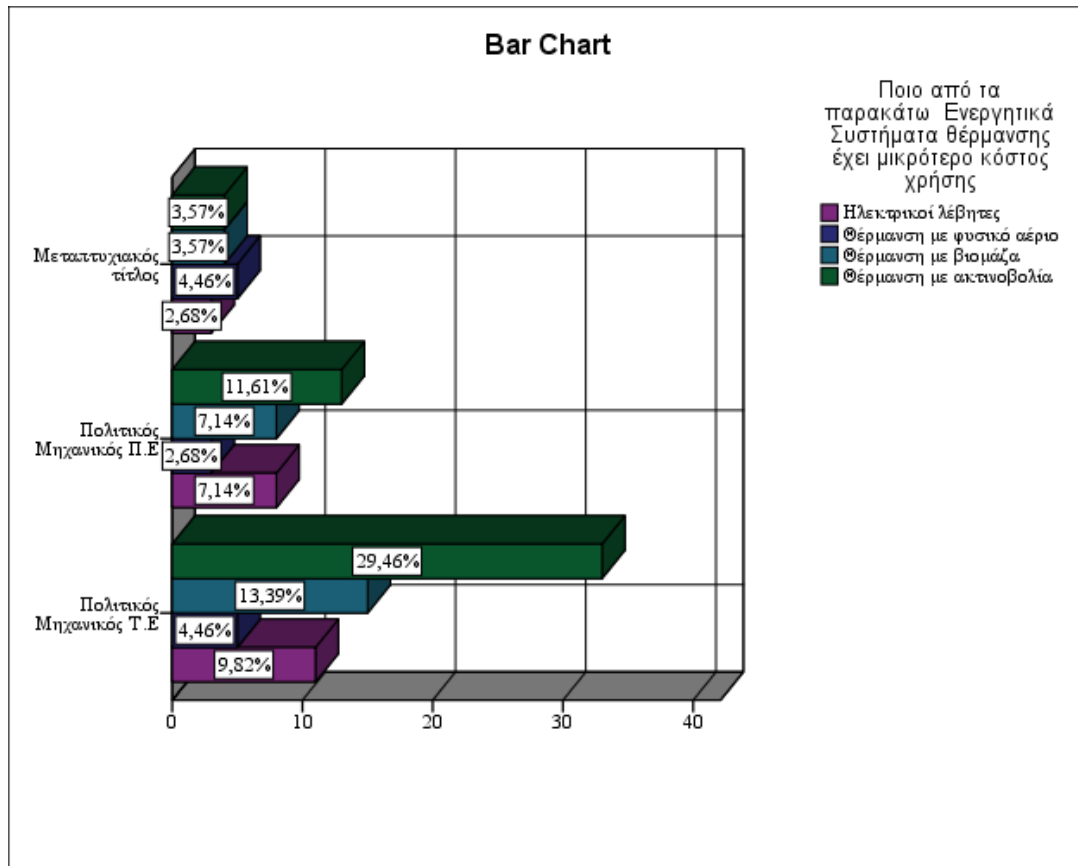


Ραβδόγραμμα 20: Απεικόνιση των στοιχείων της διασταύρωσης των απαντήσεων των μεταβλητών ελέγχου αποτελεσματικότητας των τεχνικών φυσικού φωτισμού όσον αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος.

Σχετικά με τα ευρήματα του πίνακα που ακολουθεί καθίσταται εμφανές ότι οι πολιτικοί μηχανικοί Τ.Ε, Π.Ε στην πλειοψηφία τους θεωρούν ότι το μικρότερο κόστος χρήσης ανάμεσα στα ενεργητικά συστήματα θέρμανσης το έχει η θέρμανση με ακτινοβολία (51,6%, 40,6%) ενώ οι μεταπτυχιακοί συνάδελφοι τους θεωρούν στην πλειοψηφία τους λιγότερο κοστοβόρα τη θέρμανση με φυσικό αέριο (31,3%).

			Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης				Total
			Ηλεκτρικοί λέβητες	Θέρμανση με φυσικό αέριο	Θέρμανση με βιομάζα	Θέρμανση με ακτινοβολία	
Επίπεδο εκπαίδευσης	Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε	Count	11	5	15	33	64
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	17,2%	7,8%	23,4%	51,6%	100,0%
	Πολιτικός Μηχανικός Π.Ε	Count	8	3	8	13	32
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	25,0%	9,4%	25,0%	40,6%	100,0%
	Μεταπτυχιακός τίτλος	Count	3	5	4	4	16
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	18,8%	31,3%	25,0%	25,0%	100,0%
Total		Count	22	13	27	50	112
		% within Επίπεδο εκπαίδευσης	19,6%	11,6%	24,1%	44,6%	100,0%

Πίνακας διασταύρωσης απαντήσεων 3 : Διασταύρωση των απαντήσεων των μεταβλητών ελέγχου κόστους των συστημάτων θέρμανσης όσον αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος.



Ραβδόγραμμα 21: Απεικόνιση των στοιχείων της διασταύρωσης των απαντήσεων των μεταβλητών ελέγχου κόστους των συστημάτων θέρμανσης όσον αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης του δείγματος.

4.4 Συσχετίσεις των μεταβλητών

Παρατηρώντας τις συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών της μελέτης είναι εμφανές πως υπάρχουν αρκετές σχέσεις, πιο αναλυτικά:

Όσο αυξάνεται η πεποίθηση των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής τόσο αυξάνεται και η πεποίθηση τους ότι έχουν και μικρότερο ενεργειακό κόστος (ισχυρή συσχέτιση $r=0,721$, $\text{sifg}>0,05$).

Επιπλέον η αύξηση της πεποίθησης των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής αυξάνεται σε ίδιο βαθμό με την πεποίθηση τους ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής (τέλεια συσχέτιση $r=1$, $\text{sifg}>0,05$).

Ακόμη παρατηρήθηκε πως όσο αυξάνεται η πεποίθηση των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος τόσο αυξάνεται και ο βαθμός της πεποίθησής τους γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος (πολύ ισχυρή συσχέτιση $r=0,930$, $\text{sifg}>0,05$).

Τέλος όσο αυξάνεται η πεποίθηση των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής τόσο αυξάνεται και η πεποίθηση τους ότι έχουν και μικρότερο ενεργειακό κόστος (ισχυρή συσχέτιση $r=0,671$, $\text{sifg}>0,05$).

Correlations

		Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος	Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο ενεργειακό κόστος κατασκευής	Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής	r Sig. (2-tailed) N	,721** ,000 112	1,000** ,000 112	
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος	r Sig. (2-tailed) N			,930** ,000 112
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής	r Sig. (2-tailed) N			,671** ,000 112

Πίνακας συσχετίσεων 1: Παρουσίαση των συσχετίσεων των μεταβλητών της έρευνας.

Κεφάλαιο 5

ΕΥΡΗΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όσον αφορά τα ευρήματα της παρούσας μελέτης κατέστη εμφανές πως όλο το δείγμα της έρευνας θεωρεί πως τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής και όλο το δείγμα θεωρεί πως και τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής. Εδώ παρατηρήθηκε και ότι μια αύξηση της πεποίθησης των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής αυξάνει σε ίδιο βαθμό και την πεποίθηση τους ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.

Επιπλέον παρατηρήθηκε πως όλοι οι πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν και ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος και όλοι οι Πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν και ότι τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος. Ακόμη παρατηρήθηκε πως η αύξηση της πεποίθησης των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος επιφέρει αύξηση και του βαθμού της πεποίθησής τους γύρω και από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος.

Ακόμη παρατηρήθηκε πως μια αύξηση της πεποίθησης των πολιτικών μηχανικών γύρω από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής αυξάνει και την πεποίθησή τους στο ότι τα ίδια συστήματα έχουν και μικρότερο ενεργειακό κόστος. Ενώ παρομοίως παρατηρήθηκε πως όσο αυξάνεται η πεποίθηση των πολιτικών μηχανικών γύρω

από το ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής τόσο αυξάνεται και η πεποίθηση τους ότι έχουν και μικρότερο ενεργειακό κόστος.

Συνεχίζοντας με τα ευρήματα της έρευνας παρατηρήθηκε πως το 64,3% του δείγματος δεν θεωρεί πως τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης. Επιπλέον το 29,5% των πολιτικών μηχανικών θεωρεί πως τα ηλιακά αίθρια είναι τα πιο αποδοτικά παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, με τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους να ακολουθούν από το 24,1% του δείγματος και τους ηλιακούς τοίχους από 22,5% του δείγματος. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως οι πολιτικοί μηχανικοί στην πλειοψηφία του θεωρούν την ψύξη του εδάφους ως το πιο αποδοτικό παθητικό ηλιακό σύστημα ψύξης (27,7% του δείγματος), με την ηλιοπροστασία (26,8% του δείγματος) και τον φυσικό αερισμό (23,2% του δείγματος) να ακολουθούν.

Σημαντικό εύρημα της έρευνας είναι πως οι περισσότεροι πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τα αίθρια ως τη βέλτιστη λύση ανάμεσα στις τεχνικές φυσικού φωτισμού με κριτήριο το κόστος κατασκευής τους (48,2% του δείγματος) ενώ σαν βέλτιστη λύση ακολούθησαν τα ανοίγματα (30,4% του δείγματος). Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι τα αίθρια τονίστηκαν ως τη βέλτιστη λύση ανάμεσα από τις τεχνικές φυσικού φωτισμού και όσον αφορά την αποτελεσματικότητα τους (69,6% του δείγματος) ενώ τα ανοίγματα ακολούθησαν ξανά (25% του δείγματος). Επιπροσθέτως παρατηρήθηκε πως οι περισσότεροι πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν την θέρμανση με ακτινοβολία ως το πιο αποδοτικό Ενεργητικό Σύστημα θέρμανσης με κριτήριο την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων (36,6% του δείγματος) ενώ ακολούθησε η θέρμανση με βιομάζα ως πιο αποδοτική λύση (22,3% του δείγματος) και η θέρμανση με φυσικό αέριο (17,9% του δείγματος). Όσον αφορά το μικρότερο κόστος κατασκευής ανάμεσα στα ενεργειακά συστήματα θέρμανσης οι πολιτικοί μηχανικοί στην πλειοψηφία τους θεωρούν ότι το έχει το ενεργειακό τζάκι (34,8% του δείγματος), ενώ ακολούθησε η θέρμανση με βιομάζα (25,9% του δείγματος) και οι μονάδες λέβητα-καυστήρα (18,8% του δείγματος). Σε σχέση με το μικρότερο κόστος χρήσης παρατηρήθηκε πως κατά τους πολιτικούς

μηχανικούς παρουσιάζεται στη θέρμανση με ακτινοβολία (44,6% του δείγματος) και ακολούθησε η θέρμανση με βιομάζα ως πιο οικονομική λύση (24,1% του δείγματος).

Ταυτόχρονα παρατηρήθηκε ότι οι περισσότεροι πολιτικοί μηχανικοί θεωρούν τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού ως το Ενεργητικά Συστήματα ψύξης με το μικρότερο κόστος κατασκευής (38,4% του δείγματος) ενώ οι ψύκτες ήταν η λύση που ακολούθησε (28,6% του δείγματος). Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως το μεγαλύτερο μέρος των πολιτικών μηχανικών θεωρεί τους ηλιακούς συλλέκτες ως το Ενεργητικό Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με το μικρότερο κόστος χρήσης (88,4% του δείγματος) ενώ ακολούθησαν αυτοί που θεωρούν τους ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες ως την πιο οικονομική λύση (11,6% του δείγματος).

Επιπλέον παρατηρήθηκε πως οι πολιτικούς μηχανικούς που θεωρούν πιο οικονομικά τα ανοίγματα ως προς την κατασκευή τους στην πλειοψηφία τους θεωρούν τα αίθρια πιο αποτελεσματικά στον φωτισμό τους, ενώ και η πλειοψηφία των πολιτικών μηχανικών που θεωρεί τα αίθρια πιο οικονομικά τα θεωρεί και πιο αποτελεσματικά. Επιπλέον παρατηρήθηκε πως οι πολιτικοί μηχανικοί Τ.Ε, Π.Ε καθώς και οι μεταπτυχιακοί συνάδελφοι τους θεωρούν στην πλειοψηφία τους πιο αποτελεσματικά τα αίθρια ως τεχνικές φυσικού φωτισμού. Ακόμη παρατηρήθηκε ότι οι πολιτικοί μηχανικοί Τ.Ε, Π.Ε στην πλειοψηφία τους θεωρούν ότι το μικρότερο κόστος χρήσης ανάμεσα στα ενεργητικά συστήματα θέρμανσης το έχει η θέρμανση με ακτινοβολία, ενώ οι μεταπτυχιακοί συνάδελφοι τους θεωρούν στην πλειοψηφία τους λιγότερο κοστοβόρα τη θέρμανση με φυσικό αέριο.

BIBLIOGRAFIA

Albatayneh, A., Alterman, D., Page, A., & Moghtaderi, B. (2015). The significance of time step size in simulating the thermal performance of buildings. *Advances in Research*, 5(6), 1-12

Albatayneh, A., Alterman, D., Page, A., & Moghtaderi, B. (2017). Temperature versus energy based approaches in the thermal assessment of buildings. *Energy Procedia*, 128, 46-50

Alzetto F., Pandraud G. , Fitton R., Heusler I., & Sinnesbichler P. (2018) Sinnesbichler, Activate the power . *Energy*, 174 (12), 124-133

Bernadette F., Auer H. & Werner F. (2019) Profitability of active retrofitting of multi-apartment buildings: Building-attached/integrated photovoltaics with special consideration of different heating systems, *Energy and Buildings* 190 (3) 86-102

Chengchu Y, Wenxing S, Xianting L & Shengwei W. (2016). A seasonal cold storage system based on separate type heat pipe for sustainable building cooling. *Renewable Energy*, 85, 880-889

Cherif M, & Mejedoub A.(2018) Thermal performance of a residential house equipped with a combined system : A direct solar floor and an earth – air heat exchanger. *Sustain Cities Soc J*, 40 (7)534–45.

Chicco, G. & Mancarella P., (2009) Matrix modelling of small-scale trigeneration systems and application to operational optimization. *Energy*, 34(3) 261-273.

D'ell Santo A, Alvarez CE, & Nico-Rodrigues EA.(2013) Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575. PROARQ Journal. Rio de Janeiro, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ),(2013), Architecture Post Graduate Program - N.20, *School of Architecture and Urbanism*, Rio de Janeiro, December

Dracou MK, Santamouris M, & Papanicolas CN. (2017) Achieving nearly zero energy buildings in Cyprus, through building performance, simulations, based on the use of innovative energy technologies. *Energy Procedia* 134(8), 636–44.

Farmer D, Fitton R, Hughes R. & Swan W. (2018) Comparison of whole house heat loss test methods under controlled conditions in six distinct retrofit scenarios, *Energy and Buildings* 168, (6) 35-41

Geert B. & Staf R. (2014) Co-heating test: A state-of-the-art, *Energy and Buildings*, 82,(10) 163-172

Geidl, M. , Koepfel, G. , Favre-Perrod, P. , Klöckl, B. , Andersson, G. , & Fröhlich, K. (2007) Energy hubs for the future, *IEEE Power and Energy Magazine*, 5 (1), 24-30

Guoqing Y, Pengcheng Z, Dong C, & Yihong J. (2017) Experimental verification of state space model and thermal performance analysis for active solar walls, *J. Solar Energy*.142 (12),109-122

Jagarajan R, Abdullah M.M. , Asmoni M. , Mohammed A. , Jaafar, J. Lee Yim M., & Baba M. (2017) Green Renovation - Review of the current situation, applications and challenges, *Renewable Susta.* 67 (17), 1360-1368

Jin F.M., & Ma J. (2018) Research on Message Push Mechanism for Fieldwork. *Development & Innovation of Machinery & Electrical Products*, 32(2): 13-16

Liu, Z., Liu, Y., He, B.-J., Xu, W., Jin, G., & Zhang, X. (2019) Application and suitability analysis of the key technologies in nearly zero energy buildings in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 329-345

Mancarella P. (2014) MES (multi-energy systems): An overview of concepts and evaluation models, *Energy*, 65 (2), 1 – 17

Mokhtara C., Negrou B., Settou N., Gouareh A., & Settou B., (2019) Pathways to plus-energy buildings in Algeria: design optimization method based on GIS and multi-criteria decision-making, *Energy Procedia* 162(10), 171-180

Nagarajan H.N., Mokhtarian H., & Jafarian H., (2018) Knowledge-Based Design of Artificial Neural Network Topology for Additive Manufacturing Process Modeling: A New Approach and Case Study for Fused Deposition Modeling. *ASME. J. Mech. Des.* 141(2) 705-718

Oliveira RD, (2015) Thermal Comfort for users according to the Brazilian Housing Building Performance Standards. *Energy Procedia*, 78, (11) 2923-2928.

Ramakrishnan S, Wang X, Sanjayan J, & Wilson J. (2017) Thermal performance of buildings integrated with phase change materials to reduce heat stress risks during extreme heatwave events. *Applied Energy*. 15 (194), 410-21

Salata F, Golasi I, Domestico U, Banditelli M, Basso GL, Nastasi B, & de Lieto Vollaro A. (2017) Heading towards the nZEB through CHP+ HP systems. A comparison between retrofit solutions able to increase the energy performance for the heating and domestic hot water production in residential buildings. *Energy conversion and management*. 15 (138) 61-76

Shuangjun X. Chengchu Y. & Chen J, (2019) Design Optimization of Hybrid Renewable Energy Systems for Sustainable Building Development based on Energy-Hub, *Energy Procedia* 158 (10) 1015–1020

Vincent J. L. Gan, M. Deng, Y. Tan, W. Chen, Jack C. P. Cheng (2019) BIM-based framework to analyze the effect of natural ventilation on thermal comfort and energy performance in buildings, *Energy Procedia*, 158, (2) 3319-3324

Wang Z.S., Tian L., Wu Y.H., & Liu B.B. (2016) Personalized knowledge push system based on design intent and user interest. ARCHIVE Proceedings of the

Institution of Mechanical Engineers Part C, *Journal of Mechanical Engineering Science*, 230(11), 203-210

Wei G., Moayedi H., & Shahsavar A. (2019) The feasibility of genetic programming and ANFIS in prediction energetic performance of a building integrated photovoltaic thermal (BIPVT) system, *Solar Energy*, 183, (5) 293-305

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) (2018)

Διαθέσιμο στο:

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=525&language=el-GR&SkinSrc=%5BG%5DSkins%2F default%2FNo+Skin&ContainerSrc=%5BG%5DContainers%2F default%2FNo+Container&dnnprintmode=true>

προσπελάστηκε: 15/4/2019

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019) Ενεργειακή απόδοση κτιρίων

Διαθέσιμο στο:

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-performance-of-buildings>

προσπελάστηκε: 11/4/2019

Παράρτημα1: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ενότητα 1: Δημογραφικά στοιχεία

Φύλο

- Άνδρας
- Γυναίκα

Ηλικία

- <25
- 26-35
- 36-45
- 46-55
- >55

Επίπεδο εκπαίδευσης

- Πολιτικός Μηχανικός Τ.Ε
- Πολιτικός Μηχανικός Π.Ε
- Μεταπτυχιακός τίτλος
- Διδακτορικός τίτλος

Εργάζομαι σε:

- Ιδιωτικός φορέας
- Δημόσιος φορέας
- Ελεύθερος επαγγελματίας
- Άλλο:

Ενότητα 2 :Παθητικά Συστήματα

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής

- Συμφωνώ απόλυτα
- Συμφωνώ
- Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ
- Διαφωνώ
- Διαφωνώ απόλυτα

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος

- Συμφωνώ απόλυτα
- Συμφωνώ
- Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ
- Διαφωνώ
- Διαφωνώ απόλυτα

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης παρέχουν την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης

- Συμφωνώ απόλυτα
- Συμφωνώ
- Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ
- Διαφωνώ
- Διαφωνώ απόλυτα

Ποιο από τα παρακάτω συστήματα θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης

- Έμμεσου ηλιακού κέρδους

- Ηλιακοί Τοίχοι
- Ηλιακοί χώροι
- Ηλιακά αίθρια
- Συστήματα απομονωμένου κέρδους
- Συστήματα Διπλού κέρδους

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής

- Συμφωνώ απόλυτα
- Συμφωνώ
- Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ
- Διαφωνώ
- Διαφωνώ απόλυτα

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης έχουν μικρότερο ενεργειακό κόστος

- Συμφωνώ απόλυτα
- Συμφωνώ
- Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ
- Διαφωνώ
- Διαφωνώ απόλυτα

Ποιο από τα παρακάτω συστήματα θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Ψύξης

- Ηλιοπροστασία
- Ψύξη από το έδαφος
- Θερμομόνωση του κελύφους
- Φυσικός αερισμός
- Ηλιακή καμινάδα
- Αεριζόμενο κέλυφος

- Ψύξη με ακτινοβολία

Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με το κόστος κατασκευής του

- Ανοίγματα
- Αίθρια
- Επιφάνειες νερού
- Ράφια φωτισμού

Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί τη βέλτιστη λύση στις τεχνικές φυσικού φωτισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητά του

- Ανοίγματα
- Αίθρια
- Επιφάνειες νερού
- Ράφια φωτισμού

Ενότητα 3 :Ενεργητικά Συστήματα

Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης θεωρείτε περισσότερο αποδοτικό σχετικά με την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων.

- Μονάδες -καυστήρα πετρέλαιο
- Ηλεκτρικοί λέβητες
- Αντλίες θερμότητας
- Θέρμανση με φυσικό αέριο
- Θέρμανση με βιομάζα
- Θέρμανση με ακτινοβολία
- Πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης
- Ενδοδαπέδια θέρμανση
- Ανοικτές εστίες καύσης (τζάκια)
- Ενεργειακό Τζάκι

Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος κατασκευής

- Μονάδες λέβητα-καυστήρα
- Ηλεκτρικοί λέβητες
- Αντλίες θερμότητας
- Θέρμανση με φυσικό αέριο
- Θέρμανση με βιομάζα
- Θέρμανση με ακτινοβολία
- Πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης
- Ενδοδαπέδια θέρμανση
- Ανοικτές εστίες καύσης (τζάκια)
- Ενεργειακό Τζάκι

Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα θέρμανσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης

- Μονάδες λέβητα-καυστήρα
- Ηλεκτρικοί λέβητες
- Αντλίες θερμότητας
- Θέρμανση με φυσικό αέριο
- Θέρμανση με βιομάζα
- Θέρμανση με ακτινοβολία
- Πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης
- Ενδοδαπέδια θέρμανση
- Ανοικτές εστίες καύσης (τζάκια)
- Ενεργειακό Τζάκι

Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα ψύξης έχει μικρότερο κόστος κατασκευής

- Αντλίες θερμότητας
- Ψύκτες
- Τοπικά συστήματα κλιματισμού
- Κεντρικό σύστημα κλιματισμού

Ποιο από τα παρακάτω Ενεργητικά Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχει μικρότερο κόστος χρήσης

- Ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες
- Ηλιακοί συλλέκτες
- Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμού