

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ : «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ»

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ
ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

ΒΑΣΙΛΙΚΗ Η. ΠΑΝΤΟΥΛΑ

Επιβλέπων : Επίκουρος Καθηγητής **Τρύφων Δάρας**

ΧΑΝΙΑ , 2011

Πρόλογος

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων αποτελεί σημαντικό μέρος της συνολικής κατανάλωσης μιας χώρας. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις προσπάθειες που έχουν γίνει, ιδιαιτέρως τα τελευταία χρόνια, για περιορισμό των ενεργειακών απωλειών οδήγησε στην έκδοση μιας σειράς Οδηγιών από την Ευρωπαϊκή Ένωση, μεταξύ αυτών η Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Θεωρώντας ότι τα σχολεία ως κτίρια φιλοξενούν την πιο σημαντική ομάδα πληθυσμού που είναι τα παιδιά, θα πρέπει να αποτελούν πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και καλής ποιότητας στους εσωτερικούς τους χώρους. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να καταγράψει το επίπεδο διάχυσης γνώσης των σχολείων του δήμου Χανίων σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια αυτά.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διατριβής, Επίκουρο Καθηγητή Τρύφων Δάρα για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Ευχαριστώ και τα υπόλοιπα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ευπραξία–Αίθρα Μαριά και Επίκουρο Καθηγητή Διονυσία Κολοκοτσά για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους σχετικά με την εκπόνηση της διατριβής. Ιδιαίτερα ευχαριστώ το σύζυγο μου και τους γονείς μου, για την υποστήριξη που μου παρείχαν σε όλα τα στάδια των μέχρι σήμερα σπουδών μου.

Βασιλική Παντούλα

Ιούνιος 2011

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Κεφάλαιο 1. Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.....	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Βασικά στοιχεία και στόχοι της οδηγίας	2
1.3 Πεδίο εφαρμογής και εξαιρέσεις	3
1.4 Απαιτήσεις οδηγίας από τα κράτη-μέλη	4
1.5 Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων	5
1.6 Ενσωμάτωση της οδηγίας στην ελληνική πραγματικότητα	6
1.7 Συμπεράσματα	10
Κεφάλαιο 2. Διερεύνηση παραμέτρων για την ενεργειακή απόδοση των σχολικών κτιρίων στην περιοχή του δήμου Χανίων.....	13
2.1 Σκοπός της έρευνας	13
2.2 Μεθοδολογία.....	13
2.3 Οι στόχοι της έρευνας - Ερευνητικά ερωτήματα.....	14
2.4 Αποτελέσματα της έρευνας	15
2.4.1 Δημογραφικά στοιχεία ερωτηθέντων	16
2.4.2 Γενικά στοιχεία κτιρίων.....	17
2.4.3 Περιβάλλον κτιρίου	23
2.4.4 Επίπεδο ενημέρωσης σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων	27
2.4.5 Προσδοκίες ερωτηθέντων.....	30
Κεφάλαιο 3. Χι-τετράγωνο (χ^2) έλεγχος ανεξαρτησίας.....	33
Κεφάλαιο 4. Στατιστική ανάλυση	45
4.1 Φύλο.....	45

4.2 Βαθμός εργασίας.....	55
4.3 Έτος ανέγερσης.....	58
4.4 Χαρακτηρισμός περιοχής.....	65
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα.....	75
Παράρτημα	
Ερωτηματολόγιο	77
Δημοσίευση	89
Βιβλιογραφία	99

1 Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

1.1 Εισαγωγή

Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ένα πεδίο συνάντησης και συνύπαρξης περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών συνιστωσών. Ειδικότερα, τα κτίρια απορροφούν περίπου το 1/6 των παγκόσμιων πόρων, είναι υπεύθυνα για την κατανάλωση του 16% των παγκόσμιων αποθεμάτων φρέσκου νερού, ενώ παράγουν το 70% των οξειδίων του θείου καθώς και το 50% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [7].

Παράλληλα, ο κύκλος εργασιών των κτιρίων αντιπροσωπεύει το 10% της παγκόσμιας οικονομίας. Πιο συγκεκριμένα το 30% των εργασιών αυτών πραγματοποιείται στην Ευρώπη, 22% στις ΗΠΑ, 21% στην Ιαπωνία, 23% στις υπό ανάπτυξη χώρες και 4% στον υπόλοιπο κόσμο.

Εμφανής όμως είναι και η κοινωνική διάσταση στον τομέα των κτιρίων, δεδομένου ότι αντανακλάται σε αυτόν η εκάστοτε κοινωνική δυναμική.

Δεδομένης της εγγενούς τριπλής διάστασης του κτιριακού τομέα, που προαναφέρθηκε, και της σοβαρότητας του ενεργειακού ζητήματος σε παγκόσμιο επίπεδο, η μείωση της ενεργειακής σπατάλης αποτελεί προτεραιότητα, κινείται δε προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Με σκοπό και στόχο την εφαρμογή του ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της 16 Δεκεμβρίου του 2002 εξέδωσαν την οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων με την οποία έπρεπε τα κράτη-μέλη να συμμορφωθούν μέχρι τον Ιανουάριο του 2006.

Η συγκεκριμένη οδηγία ουσιαστικά εισάγει μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, και την πιστοποίησή της ενώ θέτει ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης. Αποτελεί τη βάση των αλλαγών για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια των κρατών-μελών, λαμβάνοντας υπόψη εξωτερικές κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες, κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού, αερισμό, συστήματα σκίασης και ηλιακής προστασίας καθώς και οικονομικά κριτήρια που εξαρτώνται από την σχέση κόστους-οφέλους.

1.2 Βασικά στοιχεία και στόχοι της οδηγίας

Η οδηγία περιλαμβάνει 4 βασικά στοιχεία:

- Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η κοινή μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενεργειακή απόδοση και όχι πλέον μόνον την ποιότητα της μόνωσης του κτιρίου. Στην εν λόγω ολοκληρωμένη προσέγγιση θα πρέπει να συνυπολογίζονται παράγοντες όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης, οι εγκαταστάσεις φωτισμού, η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, η ανάκτηση θερμότητας κ.λπ.
- Ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια καθώς και υφιστάμενα όταν αυτά υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση. Τα ελάχιστα πρότυπα για τα κτίρια υπολογίζονται βάσει της μεθοδολογίας που περιγράφεται ανωτέρω. Τα κράτη μέλη οφείλουν να θεσπίσουν ελάχιστα πρότυπα.
- Συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών. Τα πιστοποιητικά δεν πρέπει να είναι παλαιότερα των 5 ετών.
- Επιθεώρηση των λεβήτων και των κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού στα κτίρια σε τακτά χρονικά διαστήματα και, επιπλέον, αξιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης όταν οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Στόχοι της οδηγίας:

- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, δηλαδή μείωση της ποσότητας ενέργειας που καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη, εξαερισμό, φωτισμό και παροχή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή με περισσότερους δείκτες, οι οποίοι υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, τους κλιματικούς παράγοντες και τις συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και κυρίως της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση, ψύξη, φυσικό φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου.
- Περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος.
- Χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, τα οποία δεν απαιτούν μεγάλη ποσότητα ενέργειας για την παραγωγή τους και δεν εκπέμπουν τοξικές ουσίες στον κύκλο ζωής τους.
- Σύγκλιση των κτιριακών προτύπων προς αυτά των κρατών μελών, που έχουν ήδη υψηλότερα επίπεδα απαιτήσεων.

1.3 Πεδίο εφαρμογής και εξαιρέσεις

Η οδηγία αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα (γραφεία, δημόσια κτίρια κ.λπ.). Ωστόσο, ορισμένα κτίρια εξαιρούνται από το πεδίο εφαρμογής των διατάξεων σχετικά με την πιστοποίηση, παραδείγματος χάρη τα ιστορικά κτίρια, ορισμένα βιομηχανικά κτίρια κ.λπ. Αφορά όλες τις πλευρές της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ώστε να διαμορφωθεί μια πραγματικά ολοκληρωμένη προσέγγιση.

Η οδηγία δεν προβλέπει μέτρα σχετικά με το μη μόνιμα εγκατεστημένο εξοπλισμό, όπως είναι οι οικιακές συσκευές. Μέτρα όπως η επισήμανση και η υποχρεωτική ελάχιστη απόδοση έχουν ήδη εφαρμοσθεί ή προβλέπονται στο σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα την οδηγία, αυτή έχει υποχρεωτική εφαρμογή:

- Στην ανέγερση νέων κτιρίων κατοικίας, προσωρινής διαμονής, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, σωματισμού, εμπορίου, γραφείων, βιοτεχνιών και βιομηχανιών.
- Στην επέκταση κτιρίων.
- Στην ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, αποκατάσταση όψεων, αλλαγή χρήσης και αναβάθμιση εγκαταστάσεων.
- Στην εφαρμογή επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων.

Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα είδη κτιρίων:

- Ανοιχτά κτίρια, δηλαδή κτίρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από ημιυπαίθριους χώρους και κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (θερινές εξοχικές κατοικίες, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί).
- Θρησκευτικά κτίρια.
- Κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους.
- Νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50 m².
- Προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια με εμβαδόν προσθήκης μικρότερο των 30 m².
- Κτίρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών.
- Κτίρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συνάθροισης.

1.4 Απαιτήσεις οδηγίας από τα κράτη-μέλη

Η οδηγία 2002/91/EK θεσπίζει τις παρακάτω απαιτήσεις από τα κράτη της Ε.Ε., τις οποίες θα έπρεπε ήδη από τον Ιανουάριο του 2006 να είχαν ενσωματώσει στο εθνικό τους δίκαιο.

 Ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η μέθοδος αυτή πρέπει να λαμβάνει υπόψη του ακόλουθους παράγοντες:

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικούς χώρους κλπ.) τα οποία μπορούν να συμπεριλαμβάνουν και την αεροστεγανότητα.
- Την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας ζεστού νερού χρήσης, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των μονώσεων.
- Την εγκατάσταση κλιματισμού.
- Τον αερισμό.
- Την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού (κυρίως στον τομέα που δεν αφορά την κατοικία).
- Τη θέση και προσανατολισμό των κτιρίων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία.

Στον υπολογισμό αυτό θα πρέπει να συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση τεσσάρων παραγόντων:

- Ενεργών ηλιακών συστημάτων, άλλων συστημάτων θέρμανσης και ηλεκτρικών συστημάτων βασιζόμενων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΠΗΘ).
- Συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου.
- Συστημάτων φωτισμού.

 Εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση νέων κτιρίων.

Ειδικά για τα νέα κτίρια συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1000m², μελετάται η σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων, όπως είναι τα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές, οι αντλίες θερμότητας, τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και τα συστήματα θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου.

✚ Εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση μεγάλων υφισταμένων κτιρίων (άνω των 1000 m²), στα οποία γίνεται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας (άνω του 25%).

✚ Τακτική επιθεώρηση λέβητων.

- Ετήσια σε λέβητες ονομαστικής ισχύος 20-100 kW.
- Ανά διετία σε λέβητες ονομαστικής ισχύος άνω των 100 kW.
- Οι λέβητες φυσικού αερίου μπορούν να επιθεωρούνται ανά τετραετία.
- Γενική επιθεώρηση της εγκατάστασης και συστάσεις για μετατροπές σε λέβητες παλαιότητας μεγαλύτερης των 15 ετών.

✚ Τακτική επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού. Ετήσια σε συστήματα ονομαστικής ισχύος άνω των 12 kW.

✚ Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων.

1.5 Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων

Η οδηγία επιβάλλει την έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού για όλα τα νέα και υφιστάμενα κτίρια, εκτός περιορισμένων εξαιρέσεων. Στα μεγάλα κτίρια η ανάρτηση του πιστοποιητικού σε δημόσιο χώρο είναι δεσμευτική.

Το πιστοποιητικό αυτό ονομάζεται Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας Κτιρίου(ΔΕΤΑ), θεωρείται απαραίτητο και αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας κάθε κτιρίου και χωρίς αυτό είναι αδύνατη η ολοκλήρωση οποιασδήποτε δικαιοπραξίας (πώληση, ενοικίαση, μεταβίβαση κλπ.), που αφορά στο κτίριο. Είναι προφανές ότι η υποχρεωτική έκδοση του ΔΕΤΑ αναμένεται να επηρεάσει τις τιμές στην αγορά ακινήτων και να συμβάλλει στην καλλιέργεια ενεργειακής συνείδησης.

Το ΔΕΤΑ θα συμπληρώνεται από το Μελετητή Μηχανικό μετά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και θα υποβάλλεται μαζί με το φάκελο αδείας στην Πολεοδομία. Ένα χρόνο μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής θα γίνεται η ενεργειακή πιστοποίηση του κτιρίου και η οριστική κατάταξή του στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης. Η ενεργειακή πιστοποίηση θα γίνεται με την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου από ειδικευμένο επιστήμονα, που θα έχει τον τίτλο του Ενεργειακού Επιθεωρητή. Για τα υφιστάμενα κτίρια θα οριστεί μία περίοδος μερικών ετών για να ελεγχθούν.

Συνοψίζοντας, το ΔΕΤΑ, θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Έχει ισχύ 10 ετών.
- Περιλαμβάνει συστάσεις για τη βελτίωση της απόδοσης σε σχέση με το κόστος.

- Τοποθετείται σε ευδιάκριτη θέση σε μεγάλα δημόσια κτίρια.
- Επιτρέπει στους καταναλωτές να αξιολογήσουν την ενεργειακή επιθεώρηση.
- Σε όλες τις περιπτώσεις ενεργειακής επιθεώρησης το ΔΕΤΑ εκδίδεται από κατάλληλο προσωπικό.

Κομβικό σημείο της μεθοδολογίας πιστοποίησης αποτελεί η έννοια του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς είναι ένα κτίριο ίδιων γεωμετρικών χαρακτηριστικών, ίδιου προσανατολισμού και ίδιας κλιματικής ζώνης με το εξεταζόμενο, το οποίο πληροί όλες τις υποχρεωτικές και πρότυπες απαιτήσεις ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό. Το άθροισμα των επί μέρους ενεργειακών καταναλώσεων δίνει τη συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε kWh/m². Έτσι, κάθε εξεταζόμενο κτίριο θα συγκρίνεται με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς και ανάλογα με την απόκλιση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ των δύο κτιρίων, θα προκύπτει η οριστική κατάταξη του εξεταζόμενου κτιρίου.

1.6 Ενσωμάτωση της οδηγίας στην ελληνική πραγματικότητα

Η Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έπρεπε να είχε μεταφερθεί στην Ελληνική νομοθεσία πριν την 4η/1/2006. Η Ελλάδα κάνοντας χρήση της 2ης παραγράφου του άρθρου 15 της Οδηγίας ζήτησε πρόσθετη περίοδο 36 μηνών για την εφαρμογή της, μέχρι την 4η/1/2009.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠ.ΑΝ) και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ολοκλήρωσαν από το 2002 τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για τα κτίρια, ο οποίος περιελάμβανε τις απαιτήσεις της Οδηγίας, με σκοπό να αντικαταστήσει από το 2006 τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979, που ισχύει μέχρι σήμερα. Επίσης το 2005 το ΥΠ.ΑΝ συστήνει επιτροπή με εκπροσώπους από ΥΠ.ΑΝ, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΤΕΕ, ΕΛΟΤ και ΚΑΠΕ με σκοπό την αξιοποίηση του ΚΟΧΕΕ, ενώ από το 2000 είχαμε τον εκσυγχρονισμό του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ.).

Οι παραπάνω διεργασίες δεν μπορούν να εκληφθούν ως εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2002/91/EK, διότι δεν ανταποκρίνονται πλήρως στο περιεχόμενο και τις ειδικότερες ρυθμίσεις, που αυτή εμπεριέχει. Με την Απόφαση της 17^{ης} Ιανουαρίου 2008 του Δικαστηρίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, η Ελλάδα καταδικάστηκε, για την παράλειψή της να εναρμονίσει εμπροθέσμως τη νομοθεσία της προς την οδηγία 2002/91/EK και μόλις τον Απρίλιο του 2008 άρχισαν οι πρώτες διεργασίες [7].

Έτσι την 19^η Μαΐου του 2008 κατατέθηκε στην Ελληνική Βουλή το Σχέδιο Νόμου (Ν.3661/2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων».

Μεταξύ άλλων, ο νόμος προβλέπει:

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m², στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου.
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m² με ισχύ δέκα ετών.
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή, για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας, σε νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m².
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης.

Έτσι με τη προαναφερθείσα Ευρωπαϊκή οδηγία και το Ν. 3661/2008, για πρώτη φορά γίνεται θεσμική προσπάθεια για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Σύμφωνα με το νόμο, σε χρονικό διάστημα 6 μηνών από τη δημοσίευσή του, θα έπρεπε να εγκριθεί κανονισμός που να καθορίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η οποία θα περιλαμβάνει:

- Την εγκατάσταση θέρμανσης και κλιματισμού.
- Το φωτισμό και τον εξαερισμό.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και διάφορα άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.
- Συστήματα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης.

Στις 17 Ιουνίου 2008 εκδόθηκε και η Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ Δ6/Β/14826) «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα». Η απόφαση αυτή με τη σειρά της προβλέπει:

- Σύνδεση με το δίκτυο φυσικού αερίου.
- Μείωση έργου ισχύος ηλεκτρικών καταναλώσεων.
- Προληπτική συντήρηση κλιματιστικών εγκαταστάσεων.
- Ρύθμιση θερμοκρασίας χώρων.
- Αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού.
- Εγκατάσταση διατάξεων αυτοματισμού.
- Ενεργειακή Σήμανση (συσκευές)
- Πρόσθετα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας όπως είναι:

- ✓ Ψυχρές Βαφές
- ✓ Τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής
- ✓ Νυχτερινός αερισμός
- ✓ Σκίαση του κτιρίου
- ✓ Φύτευση δωματών

Στις 30 Μαρτίου του 2010, με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010) ,εγκρίθηκε ο «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων» (KENAK).

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

Ο KENAK θέτει ουσιαστικά σε εφαρμογή τα μέτρα της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/91/EK για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων, που σηματοδοτεί μια νέα εποχή στο χώρο της δόμησης, εισάγοντας την έννοια της ενεργειακής βαθμονόμησης και της πιστοποίησης των κτιρίων.

Τα βασικά σημεία του Κανονισμού είναι:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.
- Θέσπιση ελάχιστων ορίων κατανάλωσης ενέργειας.
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης).
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 m²), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται: α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις 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. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 m², νέα ή υφιστάμενα που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των 50 m² ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και όλα τα κτίρια του δημόσιου & ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τίθεται σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011.

Στις 4 Ιουνίου 2010, εκδόθηκε από την Ελληνική Βουλή ο νόμος (Ν. 3851/2010): «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Ο νέος Νόμος για τις ΑΠΕ διαμορφώνει ένα νέο θεσμικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, αλλά και της ελληνικής οικονομίας γενικότερα. Με αυτόν ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια. Επίσης με το Άρθρο 11 (Σύσταση Αυτοτελούς Υπηρεσίας Α.Π.Ε.) αντιμετωπίζεται το ζήτημα της διοικητικής δομής και της κατάλληλης διοικητικής οργάνωσης και στο τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, αφού στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής συνιστάται Αυτοτελής Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε., στην οποία εντάσσεται το Τμήμα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας της Διεύθυνσης Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας που μετονομάζεται σε Διεύθυνση Αποδοτικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας.

Στις 30 Σεπτεμβρίου 2010, εκδόθηκε και το Προεδρικό Διάταγμα (ΠΔ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 100), «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Σκοπός του παρόντος διατάγματος είναι ο καθορισμός:

- των προσόντων των επιθεωρητών κτιρίων και των επιθεωρητών λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων, των κανόνων και των αρχών που διέπουν την εκτέλεση του έργου τους, των φορέων και της διάρκειας εκπαίδευσής τους, του τρόπου και της διαδικασίας αξιολόγησής τους και χορήγησης σχετικού πιστοποιητικού κατόπιν εξετάσεων,
- των οργάνων, της διαδικασίας και των προϋποθέσεων χορήγησης αδειών για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων, των τάξεων των αδειών και των ζητημάτων που αφορούν την εγγραφή των επιθεωρητών σε αντίστοιχα μητρώα, καθώς και των όρων, της διαδικασίας και των προϋποθέσεων χορήγησης προσωρινών αδειών,
- της αμοιβής των ενεργειακών επιθεωρητών, των ιδιοτήτων που είναι ασυμβίβαστες με το έργο τους, των διοικητικών κυρώσεων και των χρηματικών προστίμων που επιβάλλονται, των οργάνων, της διαδικασίας και των προϋποθέσεων επιβολής των κυρώσεων και των προστίμων, του ύψους και της διαβάθμισής τους και των κριτηρίων επιμέτρησής τους, των διοικητικών προσφυγών κατά των κυρώσεων, των προθεσμιών άσκησής τους, καθώς και κάθε άλλου σχετικού θέματος.

Με το Προεδρικό Διάταγμα (ΠΔ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 100) «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» γίνεται εμφανής η προσπάθεια μιας ολοκληρωμένης θεσμικής αντιμετώπισης του ζητήματος της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια.

1.7 Συμπεράσματα

Η οδηγία του 2002/91/EK αποτελεί το αποτέλεσμα μιας οργανωμένης προσπάθειας της Ε.Ε. που έχει αρχίσει από τα τέλη της δεκαετίας του '80 με σκοπό τόσο την προστασία του περιβάλλοντος όσο και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης. Η δυσκολία όμως έγκειται στο κατά πόσο θα μπορέσει να εναρμονιστεί κάθε κράτος και να εφαρμόσει τις βασικές της απαιτήσεις.

Στη χώρα μας έπρεπε να είχε γίνει μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 πλήρη εναρμόνιση της οδηγίας με το Εθνικό μας δίκαιο αλλά έπειτα από παράταση 36 μηνών που ζήτησε η Ελλάδα, μόλις τον Απρίλιο του 2008 άρχισαν οι πρώτες διεργασίες. Δυστυχώς η Ελλάδα δεν έδωσε τη δέουσα σημασία στη σπουδαιότητα της οδηγίας αυτής και μόνο μετά από πιέσεις της Ε.Ε πάρθηκαν οι απαραίτητες αποφάσεις.

Τελικά η ελληνική έννομη τάξη μέσα από μια δύσκολη πορεία, φαίνεται μετά το 2008 να έχει κάνει σημαντικά βήματα ως προς την εναρμόνιση της με την κοινοτική οδηγία 2002/91/EK.

Σε συμπλήρωση της ανωτέρου οδηγίας, εκδόθηκε:

- Η Οδηγία 2006/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5ης Απριλίου 2006 για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου. Ο σκοπός της οδηγίας με τελευταία ημερομηνία εφαρμογής την 17/05/2008 είναι να ενισχυθεί η οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη μέσω:
 - (α) της παροχής αναγκαίων ενδεικτικών στόχων καθώς και μηχανισμών, κινήτρων και θεσμικών, χρηματοδοτικών και νομικών πλαισίων για την άρση των υφιστάμενων φραγμών και ατελειών της αγοράς που παρεμποδίζουν την αποδοτική τελική χρήση της ενέργειας,
 - (β) της δημιουργίας των συνθηκών για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και για την παροχή, στους τελικούς καταναλωτές, άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.Μια πολύ ενδιαφέρουσα αναφορά της οδηγίας είναι και η υποχρέωση του Δημόσιου τομέα να μεριμνήσει ούτως ώστε "να επιτελεί υποδειγματικό ρόλο στο πλαίσιο της παρούσας οδηγίας".
- Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση). Πρόκειται για αναδιατύπωση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (2002/91/EK) που υιοθετήθηκε προκειμένου να ενισχυθούν οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και για να διευκρινιστούν, να βελτιωθούν και να επικαιροποιηθούν κάποια σημεία της προηγούμενης οδηγίας. Μάλιστα, σύμφωνα με την οδηγία, τα νέα κτίρια από το 2020 θα

πρέπει να είναι «μηδενικών εκπομπών», δηλαδή να παράγουν ενέργεια τουλάχιστον ίση με αυτή που καταναλώνουν.

Η οδηγία του 2002 μαζί με αυτήν του 2006 και του 2010 αποτελούν ένα εφαλτήριο για την προστασία του πλανήτη από τις εκπομπές CO₂ και την αλόγιστη σπατάλη ενέργειας ενώ παράλληλα συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη και κυρίως στην ενεργειακή ασφάλεια των χωρών της Ένωσης.

2 Διερεύνηση παραμέτρων για την ενεργειακή απόδοση των σχολικών κτιρίων στην περιοχή του δήμου Χανίων

2.1 Σκοπός της έρευνας

Θεωρώντας ότι τα σχολεία ως κτίρια φιλοξενούν την πιο σημαντική ομάδα πληθυσμού που είναι τα παιδιά, θα πρέπει να αποτελούν πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και καλής ποιότητας στους εσωτερικούς τους χώρους. Συνεπώς, η ενεργειακή απόδοση των σχολικών κτιρίων καθώς και οι περιβαλλοντικές συνθήκες στο εσωτερικό τους είναι ύψιστης σημασίας. Θέλοντας να καταγράψουμε το επίπεδο διάχυσης γνώσης των σχολείων του δήμου Χανίων σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια, σχεδιάσαμε και πραγματοποιήσαμε μια σχετική έρευνα.

2.2 Μεθοδολογία

Η έρευνά πραγματοποιήθηκε το τρίμηνο Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου 2009 με την βοήθεια ειδικά διαμορφωμένου ερωτηματολογίου (Bechhofer & Paterson, 2000; Burns, 2000), οργανωμένου κατά τα πρότυπα ενός ερευνητικού ημερολογίου (McNeill, 1990). Οι ερωτήσεις του χωρίστηκαν σε τέσσερις (4) άξονες - ενότητες με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα όπως αυτά προέκυψαν από την βιβλιογραφική επισκόπηση.

Συγκεκριμένα:

- Η *πρώτη ενότητα* αποτελείτο από οκτώ υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα είχε ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία των εργαζομένων των σχολείων (φύλο, βαθμός εργασίας, αρμοδιότητες / δραστηριότητες). Οι ερωτήσεις της δεύτερης υποενότητας αφορούσαν γενικά στοιχεία των σχολικών κτιρίων (περιοχή, έτος ανέγερσης, περιβάλλοντα κτίρια, τύπος κατασκευής). Ο ερωτώμενος στην τρίτη υποενότητα έπρεπε να απαντήσει σε ερωτήσεις, που αφορούσαν το κέλυφος του κτιρίου (οροφή, τοιχοποιία, κουφώματα, τζάμια, συντήρηση). Στη συνέχεια έπρεπε να συμπληρώσει την τέταρτη υποενότητα με ερωτήσεις, που αφορούσαν το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου και την πέμπτη υποενότητα με ερωτήσεις, που αφορούσαν το σύστημα ψύξης του σχολικού κτιρίου. Η έκτη και η έβδομη υποενότητα είχαν ερωτήσεις, που αφορούσαν το φωτισμό και τον αερισμό του κτιρίου αντίστοιχα. Στην όγδοη υποενότητα ο εργαζόμενος έπρεπε να απαντήσει σε ερωτήσεις αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας του σχολικού κτιρίου.
- Η *δεύτερη ενότητα* αποτελείτο από τέσσερες υποενότητες. Στη πρώτη υποενότητα ο ερωτώμενος έπρεπε να δηλώσει το επίπεδο της θερμικής άνεσης του σχολικού κτιρίου. Στη συνέχεια έπρεπε να συμπληρώσει τη δεύτερη υποενότητα με ερωτήσεις που αφορούσαν την οπτική άνεση του κτιρίου και

την τρίτη υποενότητα με ερωτήσεις που αφορούσαν τη ποιότητα του αέρα του κτιρίου. Η τέταρτη υποενότητα είχε ερωτήσεις σχετικά με την ακουστική άνεση του σχολικού κτιρίου.

- Στη *τρίτη ενότητα* ο εργαζόμενος έπρεπε να απαντήσει σε ερωτήσεις, που αφορούσαν το επίπεδο ενημέρωσης σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Τέλος, η *τέταρτη ενότητα* αναφέρεται στις προσδοκίες των ερωτηθέντων σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 2002/91/EK στην Ελλάδα.

Πριν μοιραστεί, προηγήθηκε έλεγχος του και ακολούθησε πιλοτική εφαρμογή του. Επιλέχθηκε η ποσοτική προσέγγιση (συλλογή δεδομένων, μελέτη σχέσεων και προσπάθεια εξήγησης φαινομένων) και η μέθοδος επισκόπηση (χρήση ερωτηματολογίων). Χρησιμοποιήθηκαν κυρίως κλειστές ερωτήσεις - διχοτομικές, με βάση τις ονομαστικές κλίμακες πενταβάθμιας κλίμακα του Likert (η οποία κατά την Claude Javeau (2000: 201-208) αποτελεί μια κλασσική κλίμακα μέτρησης των στάσεων), συγκεκριμένων απαντήσεων κατηγοριών, πολλαπλών επιλογών και υποχρεωτικής κατάταξης και ανοιχτές ερωτήσεις (Bradburn et al., 2004).

Η διαδικασία επιλογής τους δείγματος, για τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, έγινε σε *δύο στάδια*.

- Στο *πρώτο στάδιο* επιλέχθηκαν, με απλή τυχαία δειγματοληψία, σχολεία από λίστα όλων των σχολείων στην περιοχή του δήμου Χανίων. Τα σχολεία αυτά επιλέχθηκαν με βάση το **έτος κατασκευής** τους. Τα σχολεία κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, σε αυτά που κτίστηκαν μέχρι το 1980 και σε αυτά που κτίστηκαν μετά το 1980 (τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης).
- Στο *δεύτερο στάδιο*, από κάθε σχολείο που συμπεριλήφθηκε κατά το πρώτο στάδιο, επιλέχθηκε, και πάλι με απλή τυχαία δειγματοληψία, ικανός αριθμός εργαζομένων για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Τα ερωτηματολόγια, της έρευνας, δόθηκαν προσωπικά στους εν λόγω εργαζομένους (του δείγματος) σε κάθε σχολείο. Συμπληρώθηκαν ανώνυμα και σε κάθε σχολείο υπήρξε κάποιος εργαζόμενος-εθελοντής, ο οποίος είχε αναλάβει τη συγκέντρωση των ερωτηματολογίων. Όταν συμπληρώθηκαν επιστράφηκαν στην υπεύθυνη της έρευνας.

2.3 Οι στόχοι της έρευνας - Ερευνητικά ερωτήματα

Με βάση το σκοπό της έρευνας διαμορφώθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα / στόχοι :

- 🔗 Καταγραφή και παρουσίαση των γενικών χαρακτηριστικών του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος των σχολικών κτιρίων.
- 🔗 Πώς αισθάνονται οι συμμετέχοντες στην έρευνα στον εργασιακό τους χώρο;

- ✚ Είναι υψηλό το επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας των σχολικών κτιρίων;
- ✚ Παίζει ρόλο το φύλο των ερωτηθέντων στην ενημέρωσης τους σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων;
- ✚ Επηρεάζει το έτος κατασκευής καθώς και η περιοχή των σχολικών κτιρίων την ενεργειακή τους απόδοση;
- ✚ Υπάρχει αλληλεξάρτηση μεταξύ του βαθμού εργασίας των εργαζομένων και της ενημέρωσης τους σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK;
- ✚ Έχουν ενημερωθεί οι εργαζόμενοι για την οδηγία 2002/91/EK, αν 'ναι' ποιά η πηγή ενημέρωσή τους;
- ✚ Ποιά σημεία της οδηγίας θα ήθελαν να είχαν άμεση εφαρμογή;
- ✚ Οι συμμετέχοντες στην έρευνα γνωρίζουν το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής πιστοποίησης;
- ✚ Γνωρίζουν οι ερωτηθέντες ότι στα δημόσια κτίρια θα απαιτείται η ανάρτηση σε εμφανές σημείο των ενεργειακών πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων;
- ✚ Πιστεύουν ότι πρέπει να εξαιρεθούν από την οδηγία κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία;
- ✚ Οι εργαζόμενοι γνωρίζουν ποια είναι η καταληκτική ημερομηνία εναρμόνισης των εθνικών έννομων τάξεων με την αντίστοιχη κοινοτική, σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων;
- ✚ Είναι θετικά τα μηνύματα που παίρνουμε σχετικά με την εξέλιξη της εφαρμογής της οδηγίας 2002/91/EK στην Ελλάδα;
- ✚ Τους ενδιαφέρει μελλοντικά η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των σχολικών κτιρίων;

2.4 Αποτελέσματα της έρευνας

Για την ανάλυση και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή λογισμικού SPSS v.16. Ειδικά για τις είκοσι ανοικτού τύπου ερωτήσεις του ερωτηματολογίου έγινε ανάλυση περιεχομένου και ακολούθησε η κατηγοριοποίηση των δεδομένων, με βάση τη συχνότητα των απαντήσεων των ερωτηθέντων.

Το δείγμα μας αποτέλεσαν 227 εργαζόμενοι (διευθυντές, υποδιευθυντές, καθηγητές και διοικητικό προσωπικό) των σχολείων στην περιοχή του δήμου Χανίων (δημοτικά, γυμνάσια και λύκεια).

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε αντιστοιχία με τις τέσσερις (4) ενότητες του ερωτηματολογίου οι οποίες είναι οι εξής:

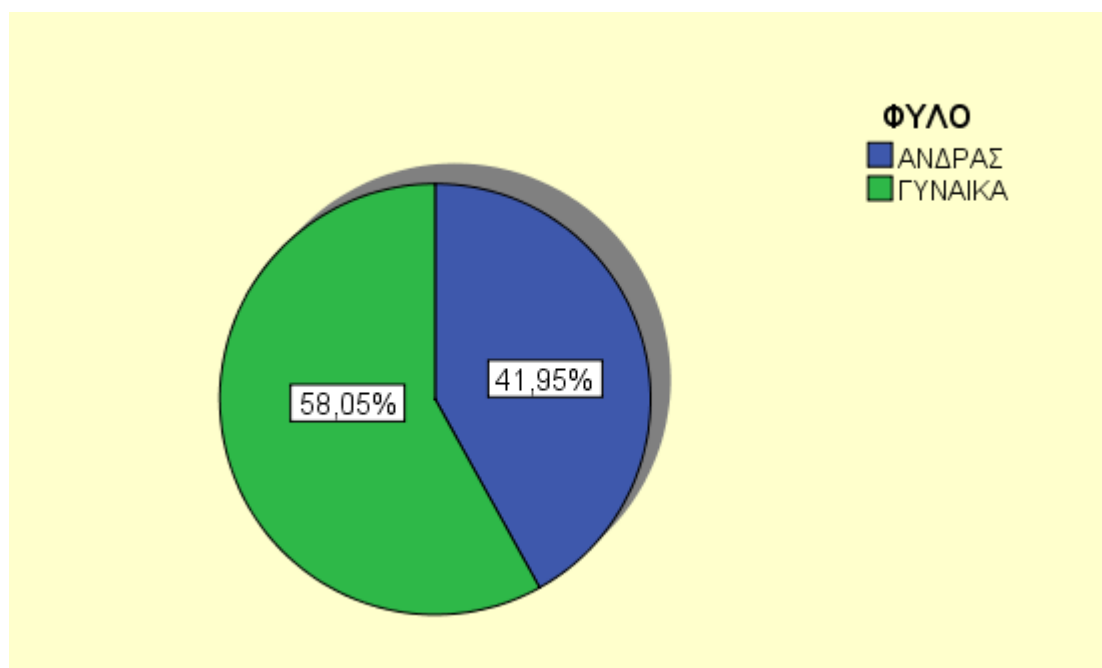
- ✚ Ενότητα 1^η : Γενικές πληροφορίες για το κτίριο.
- ✚ Ενότητα 2^η : Άνεση.
- ✚ Ενότητα 3^η : Επίπεδο ενημέρωσης σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- ✚ Ενότητα 4^η: Προσδοκίες Ερωτώμενων.

2.4.1 Δημογραφικά στοιχεία ερωτηθέντων

Στο σύνολο των 227 ατόμων που συμμετείχαν την έρευνα, βρέθηκε το 58,1% να είναι γυναίκες (132 άτομα) και το 41,9% να είναι άντρες (95 άτομα).

ΦΥΛΟ		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΑΝΔΡΑΣ	95	41,9	41,9	41,9
	ΓΥΝΑΙΚΑ	132	58,1	58,1	100,0
	Total	227	100,0	100,0	

Πίνακας 1. Ποσοστά ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα ανά φύλο.

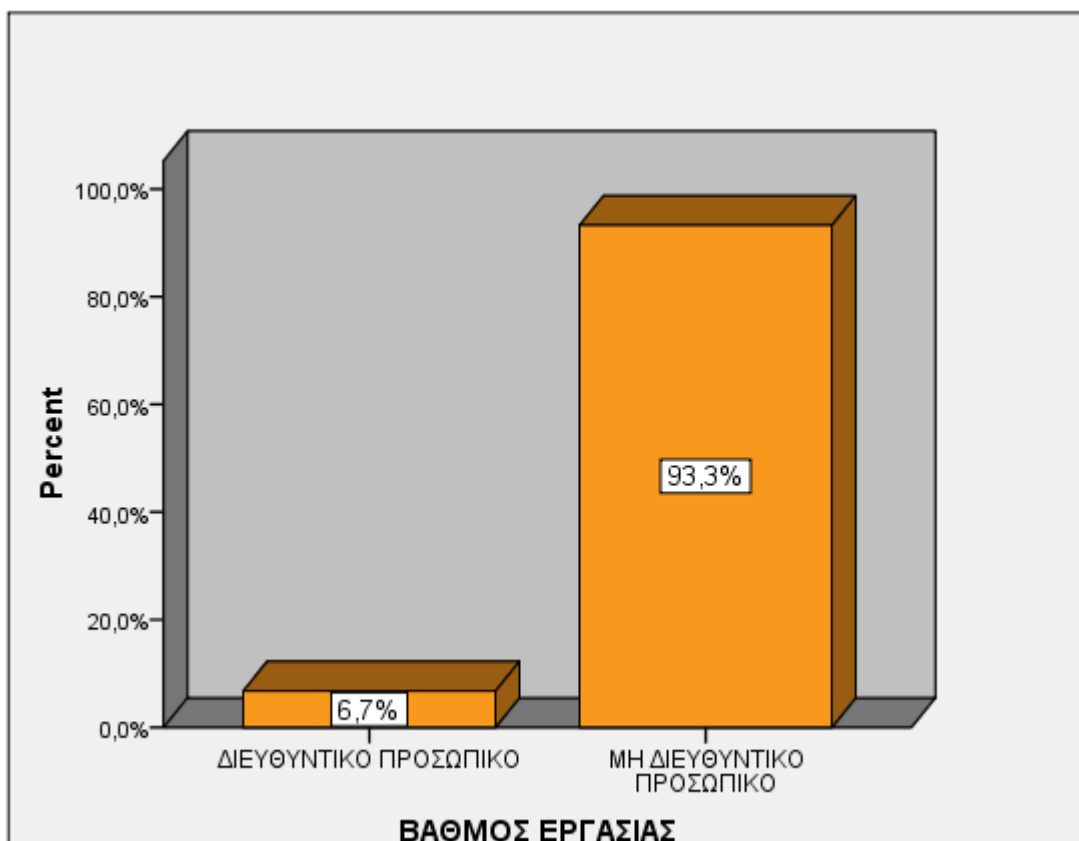


Σχήμα 1. Ποσοστά ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα ανά φύλο.

Όσον αφορά το βαθμό εργασίας των ερωτηθέντων (οι εργαζόμενοι στις σχολικές μονάδες χωρίστηκαν σε δύο μεγάλες ομάδες-κατηγορίες: στο διευθυντικό προσωπικό όπως διευθυντές και υποδιευθυντές και στο μη-διευθυντικό προσωπικό όπως δάσκαλοι-καθηγητές και διοικητικό προσωπικό)

Στον σχήμα 2 που ακολουθεί φαίνεται ότι :

- Η πλειονοψηφία των εργαζομένων, δηλαδή το 93,26% (198 άτομα), ανήκουν στο μη διευθυντικό προσωπικό, ενώ
- μόνο το 6,74% (14 άτομα), ανήκουν στο διευθυντικό προσωπικό των σχολείων.



Σχήμα 2. Η θέση εργασίας των ερωτηθέντων.

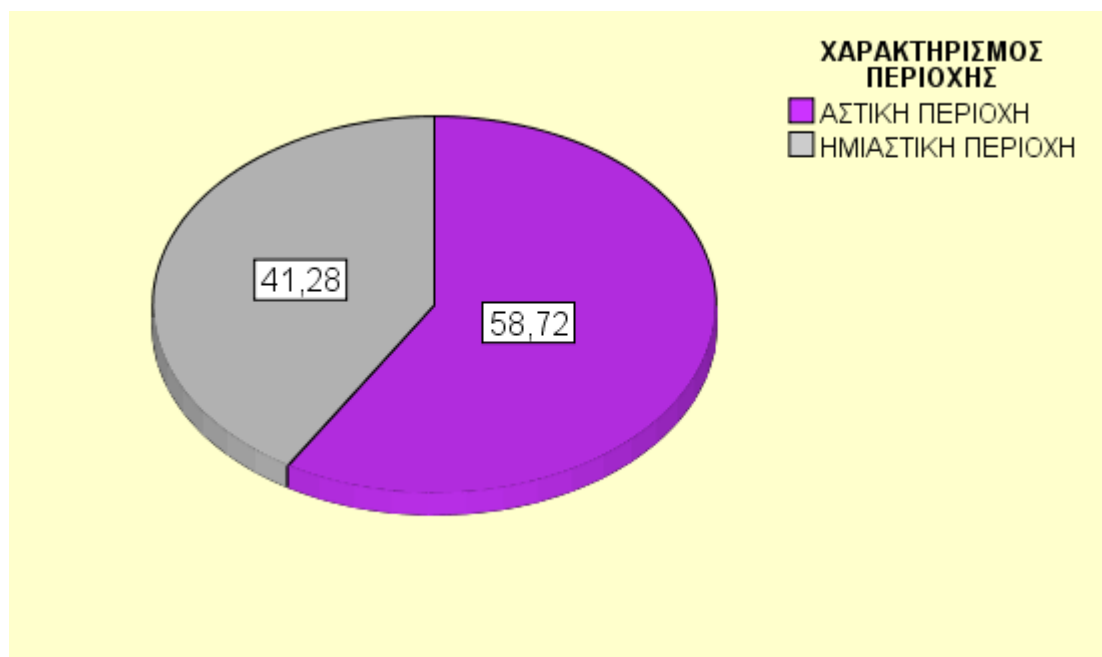
2.4.2 Γενικά στοιχεία κτιρίων

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε σχολεία του δήμου Χανίων (δημοτικά, γυμνάσια και λύκεια). Όσον αφορά την περιοχή των σχολείων που μελετήθηκαν, βρέθηκε ότι :

- το 58,6% των σχολικών κτιρίων βρίσκονται σε αστική περιοχή και
- το 41,2% αυτών βρίσκονται σε ημιαστική περιοχή.

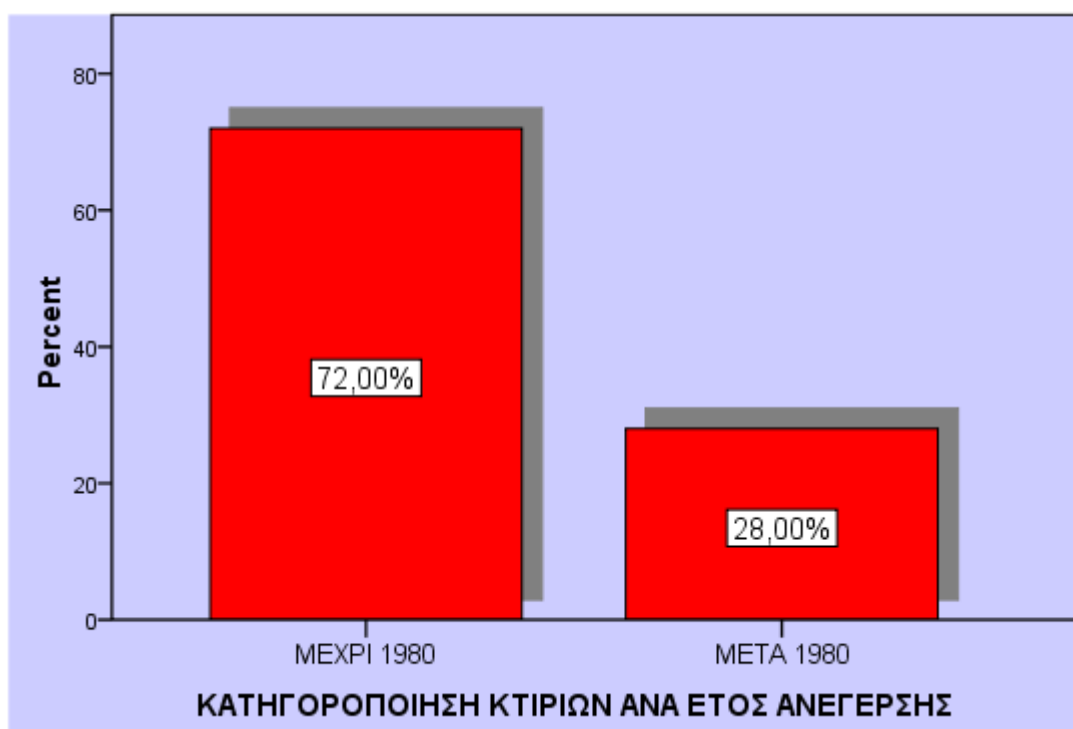
		Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	58,6	58,7	58,7
	ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	41,2	41,3	100,0
	Total	99,8	100,0	
Missing	System	,2		
Total		100,0		

Πίνακας 2. Ποσοστά σχολικών κτιρίων ανά περιοχή.



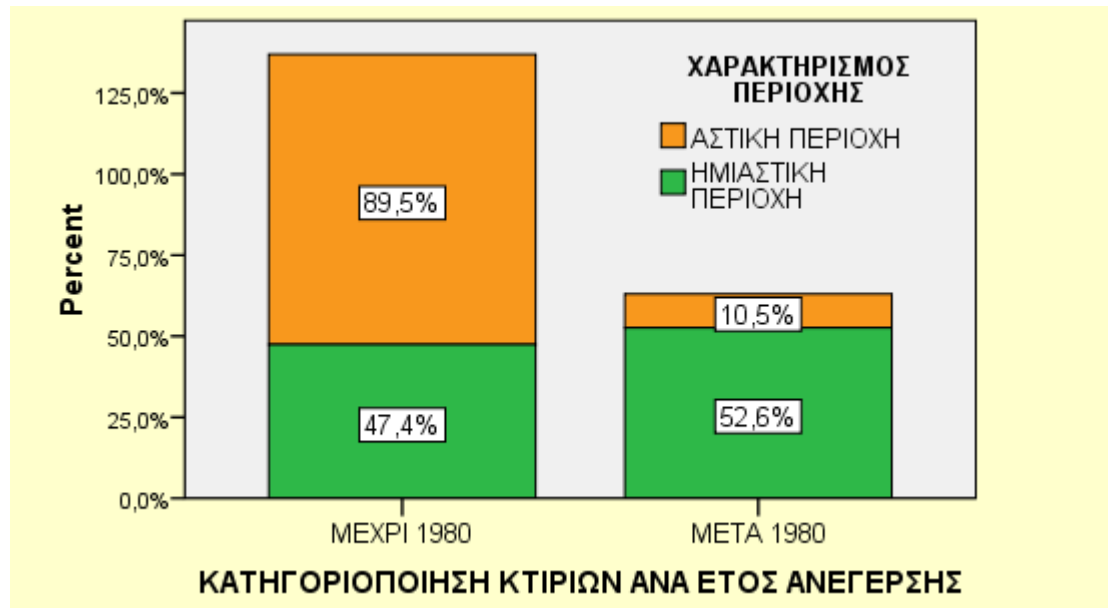
Σχήμα 3. Ποσοστά σχολικών κτιρίων ανά περιοχή.

Σχετικά με το έτος κατασκευής του σχολείου (τα σχολεία κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, σε αυτά που κτίστηκαν μέχρι το 1980 και σε αυτά που κτίστηκαν μετά το 1980). Έτσι στο σύνολο των σχολείων που μελετήθηκαν, βρέθηκε το 72% να είναι κτισμένα μέχρι το 1980 και το 28% να είναι κτισμένα μετά το 1980.



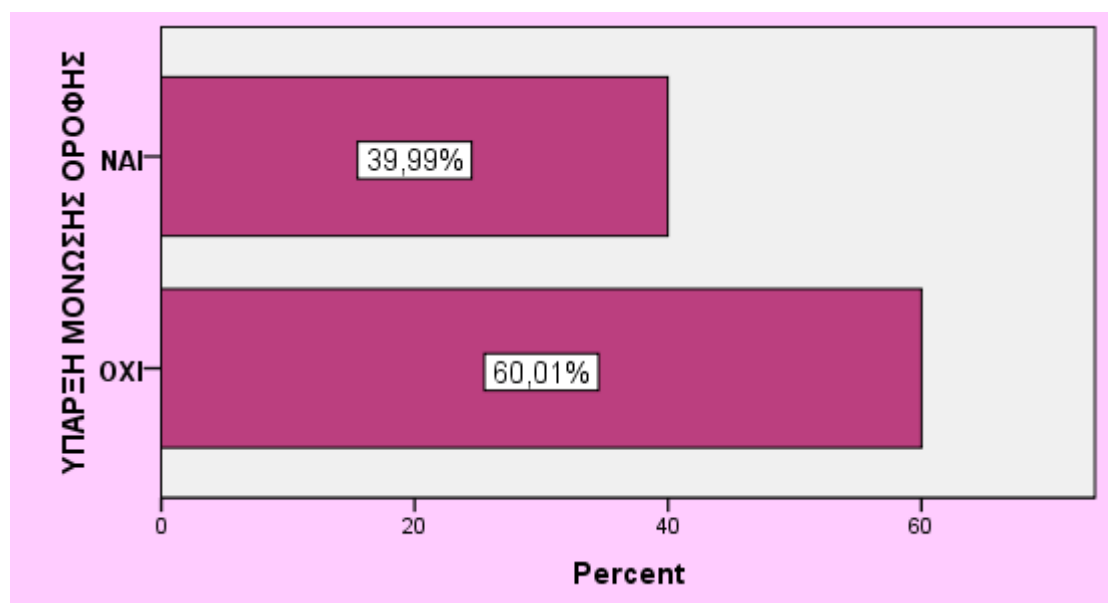
Σχήμα 4. Κατηγοριοποίηση σχολικών κτιρίων ανά έτος ανέγερσης.

Πιο αναλυτικά το έτος ανέγερσης των σχολικών κτιρίων σε σχέση με την περιοχή που βρίσκεται το κτίριο φαίνεται στο σχήμα 5.

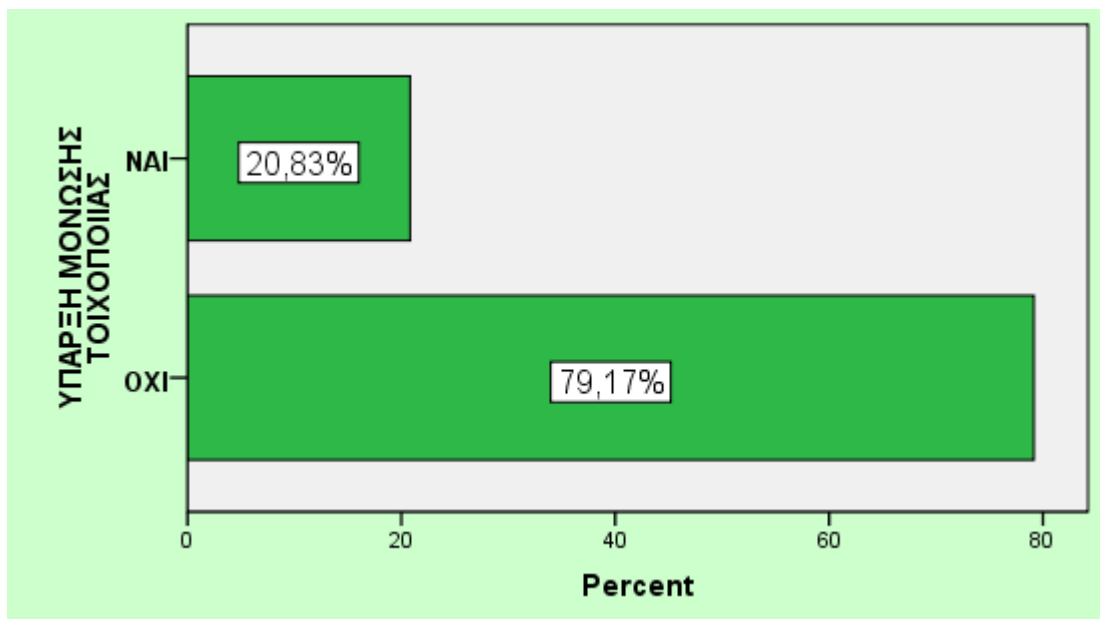


Σχήμα 5. Το έτος ανέγερσης των σχολικών κτιρίων σε σχέση με την περιοχή που βρίσκεται το κτίριο.

Στα σχήματα 6 και 7 που ακολουθούν διαπιστώνουμε ότι η πλειοψηφία των σχολικών κτιρίων δεν έχει μόνωση τόσο στην οροφή όσο και στην τοιχοποιία σε ποσοστό 60,01% και 79,17% αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό κάνει επιτακτική την ανάγκη, βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των σχολικών κτιρίων, αν σκεφτούμε πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.



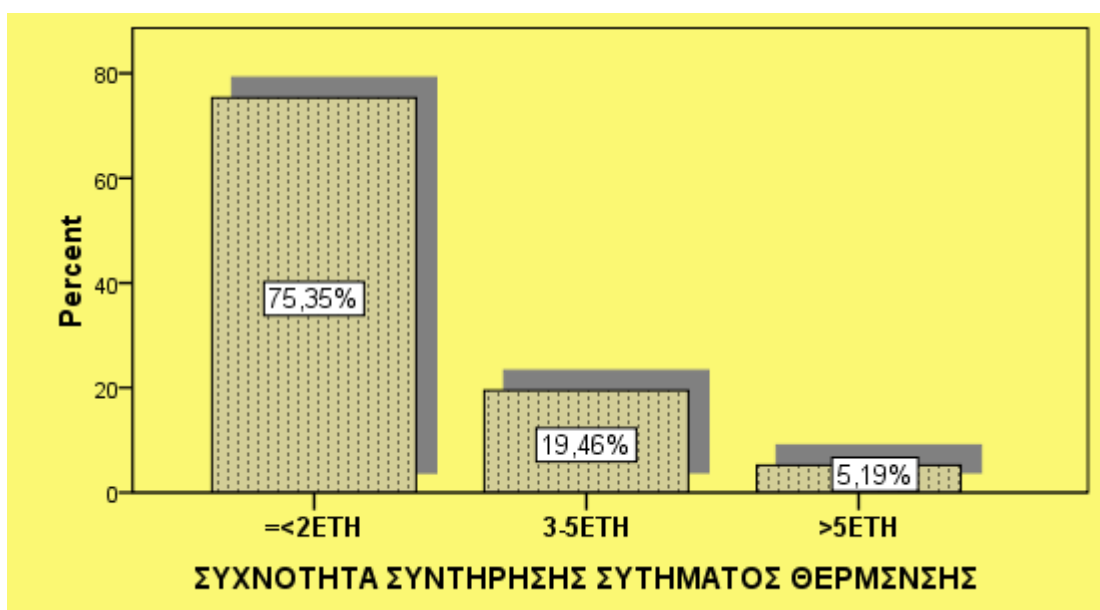
Σχήμα 6. Μόνωση οροφής.



Σχήμα 7. Μόνωση τοιχοποιίας.

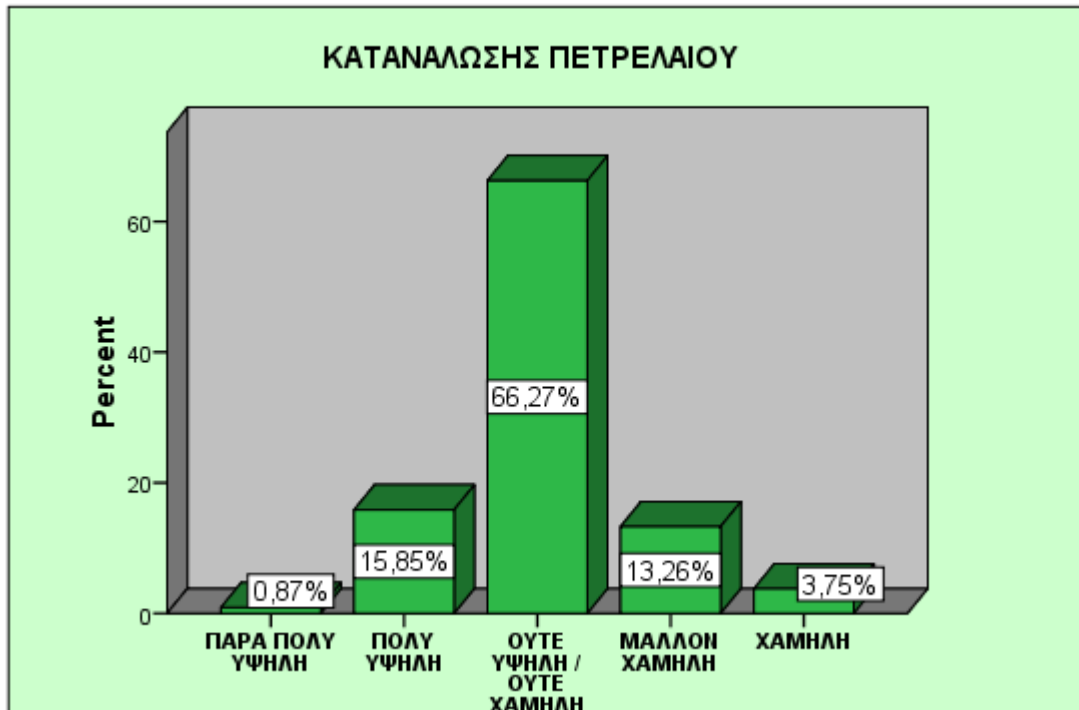
Όπως προέκυψε από την έρευνα σε ποσοστό 100% τα σχολικά κτίρια έχουν κεντρική θέρμανση και χρησιμοποιούν ως καύσιμο πετρέλαιο. Επίσης μόνο στο 5,09% των κτιρίων υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης ανά τάξη. Όσον αφορά τη συχνότητα συντήρησης του συστήματος θέρμανσης το:

- 75,35% των σχολείων συντηρούν το σύστημα θέρμανσης το πολύ κάθε 2 έτη,
- 19,46% των σχολείων συντηρούν το σύστημα θέρμανσης κάθε 3-5 έτη,
- 5,19% των σχολείων συντηρούν το σύστημα θέρμανσης τουλάχιστον κάθε 5 έτη.

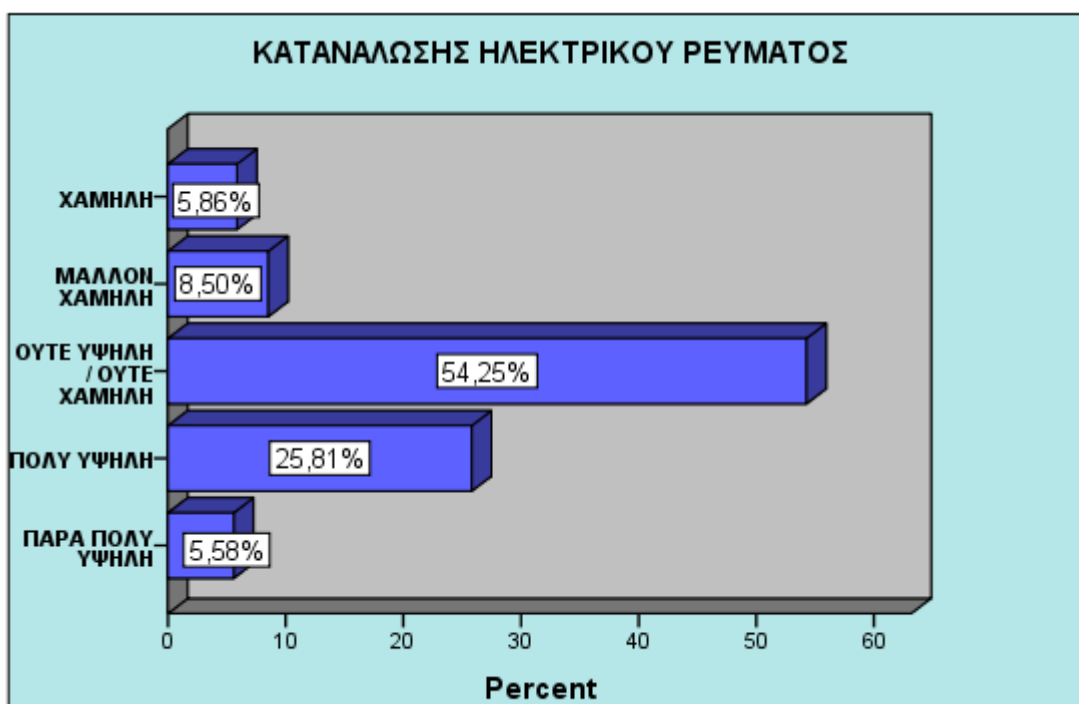


Σχήμα 8. Συχνότητα συντήρησης του συστήματος θέρμανσης.

Παρατηρώντας κανείς τα σχήματα 9 και 10 διαπιστώνει, ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων χαρακτηρίζει ως μέτρια (ούτε υψηλή-ούτε χαμηλή) την κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ χαρακτηρίζει ως χαμηλή την κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος μόνο το 3,75% και 5,86% αντίστοιχα.



Σχήμα 9. Κατανάλωση πετρελαίου.



Σχήμα 10. Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

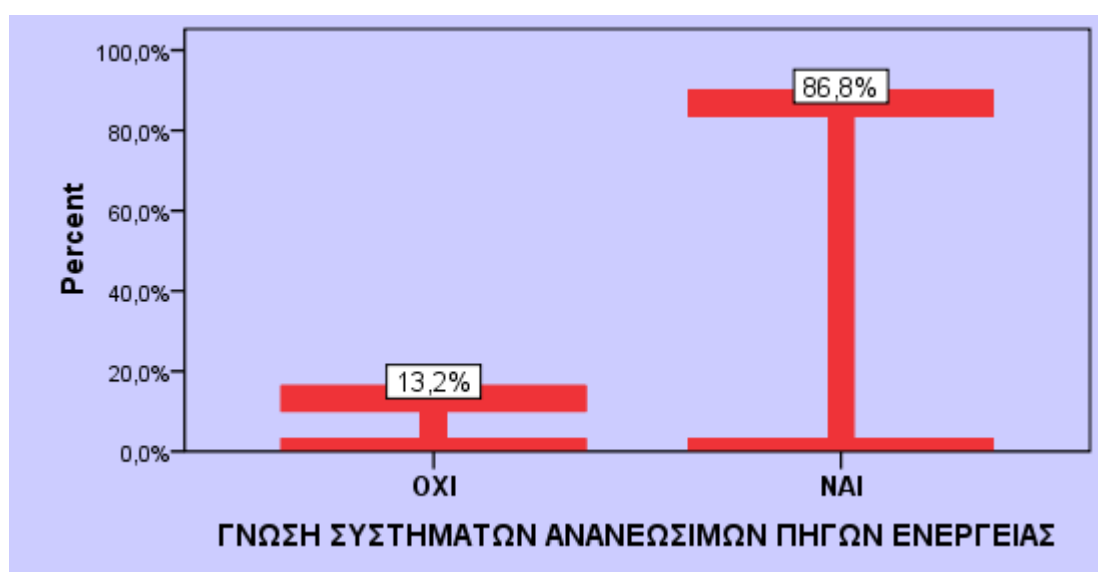
Αξιοσημείωτο ήταν το εύρημα ότι:

- το 68,51% των σχολείων έχει λάβει μέτρα μείωσης της κατανάλωσης πετρελαίου ή/και ηλεκτρικού ρεύματος , ενώ
- το 31,49% αυτών δεν έχει λάβει μέτρα μείωσης.



Σχήμα 11. Λήψη μέτρων μείωσης της κατανάλωσης πετρελαίου ή/και ηλεκτρικού.

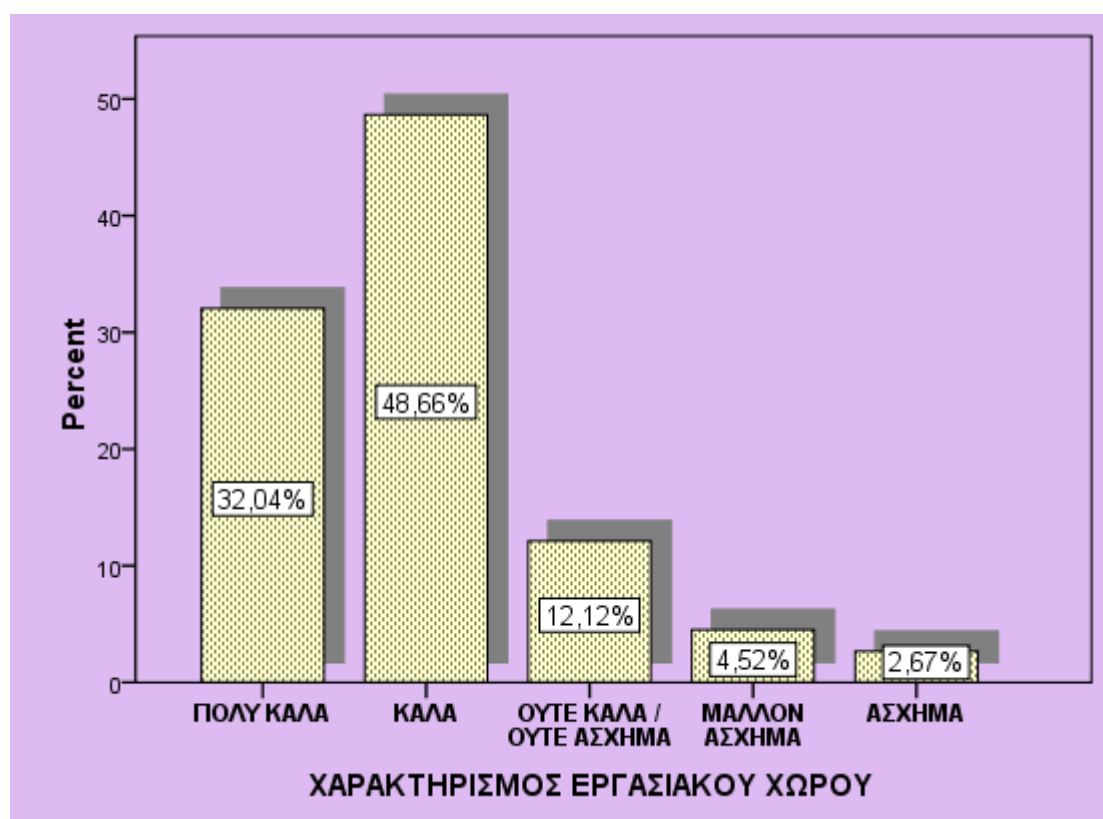
Συνεχίζοντας, βλέπουμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (δηλαδή το 86,8%) δήλωσε ότι γνωρίζει τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ενώ μόλις το 13,2% δήλωσε ότι δεν τα γνώριζε (σχήμα 12).



Σχήμα 12. Γνώση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

2.4.3 Περιβάλλον κτιρίου

Παρόλο που τα αποτελέσματα ως προς τα γενικά χαρακτηριστικά των σχολικών κτιρίων δεν είναι ικανοποιητικά, η άποψη των εργαζομένων σχετικά με το πώς αισθάνονται στον εργασιακό τους χώρο είναι θετική. Αφού το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (48,66%) αισθάνεται καλά και το (32,04%) αισθάνεται πολύ καλά στον εργασιακό του χώρο. Επίσης το (12,12%) αισθάνεται μέτρια (ούτε καλά-ούτε άσχημα) στον εργασιακό του χώρο . Υπάρχει βέβαια κι ένα μικρότερο ποσοστό της τάξεως του (2,67%) και (4,52%) που στον εργασιακό του χώρο αισθάνεται άσχημα και μάλλον άσχημα αντίστοιχα.



Σχήμα 13. Χαρακτηρισμός εργασιακού χώρου.

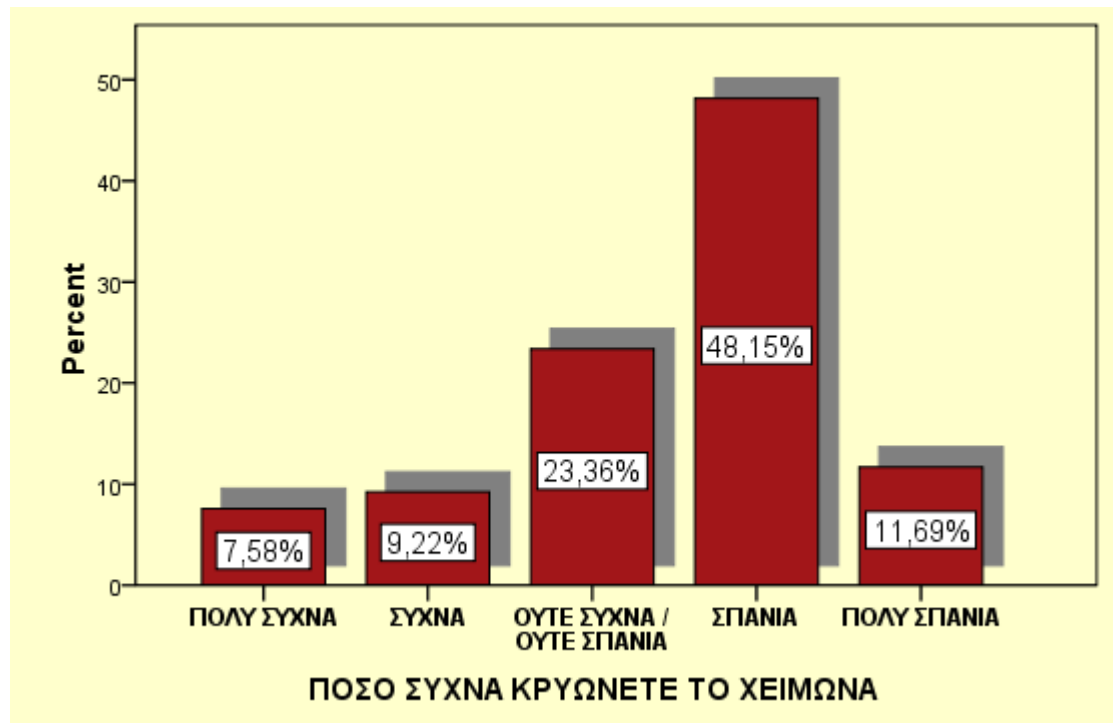
Από τον πίνακα 3 που ακολουθεί, μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε ότι:

- το 17,0% των ερωτηθέντων απάντησε ότι ζεσταίνεται το καλοκαίρι πολύ συχνά,
- ένα μεγάλο ποσοστό της τάξεως του 41,8% απάντησε ότι ζεσταίνεται το καλοκαίρι συχνά,
- το 15,2% των ερωτηθέντων απάντησε ότι ζεσταίνεται το καλοκαίρι μέτρια (ούτε συχνά- ούτε σπάνια),
- το 21,5% απάντησε ότι ζεσταίνεται το καλοκαίρι σπάνια,
- ενώ μόνο το 4,5% απάντησε ότι ζεσταίνεται το καλοκαίρι πολύ σπάνια.

ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ ΖΕΣΤΑΙΝΕΣΤΕ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΠΟΛΥ ΣΥΧΝΑ	38	16,9	17,0	17,0
	ΣΥΧΝΑ	94	41,6	41,8	58,8
	ΟΥΤΕ ΣΥΧΝΑ / ΟΥΤΕ ΣΠΑΝΙΑ	34	15,1	15,2	74,0
	ΣΠΑΝΙΑ	49	21,4	21,5	95,5
	ΠΟΛΥ ΣΠΑΝΙΑ	10	4,5	4,5	100,0
	Total	226	99,4	100,0	
Missing	System	1	,6		
Total		227	100,0		

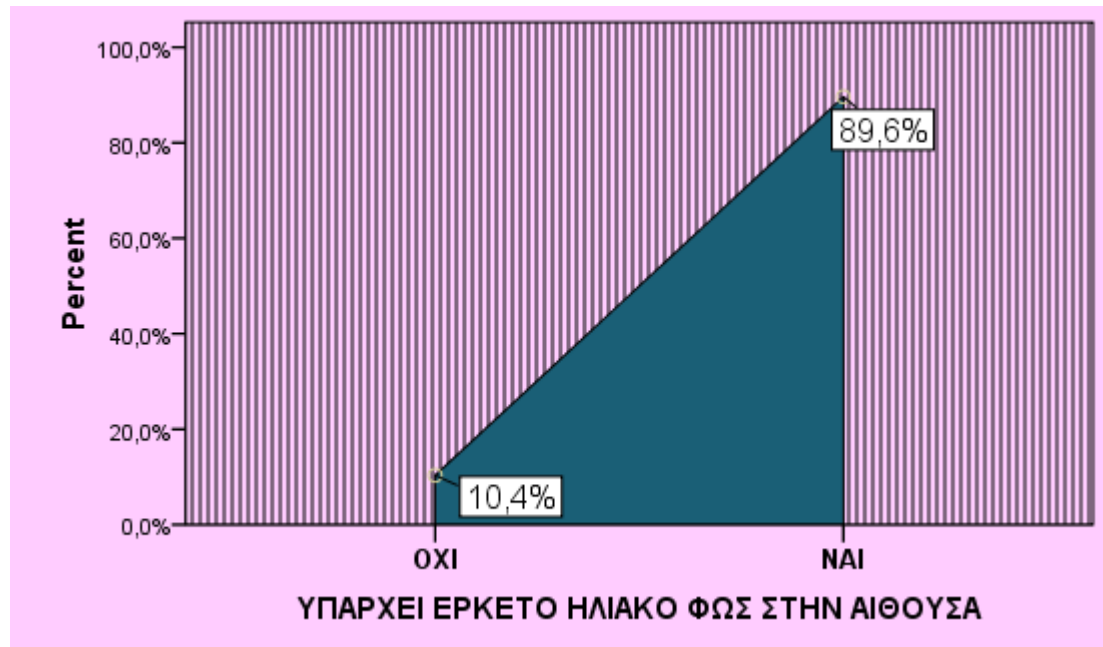
Πίνακας 3. Πόσο συχνά ζεσταίνεστε το καλοκαίρι.

Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι το 48,15% των εργαζομένων δήλωσε ότι κρυώνει σπάνια και το 11,69% ότι κρυώνει πολύ σπάνια στον εργασιακό του χώρο, το χειμώνα. Ακόμα το 23,36% των εργαζομένων δήλωσε ότι κρυώνει μέτρια (ούτε συχνά-ούτε σπάνια) το χειμώνα. Ενώ μόλις το 9,22% και 7,58% εργαζομένων δήλωσε ότι κρυώνει συχνά και πολύ συχνά το χειμώνα αντίστοιχα.



Σχήμα 14. Πόσο συχνά κρυώνετε το χειμώνα.

Στο σχήμα 15 που ακολουθεί, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (89,6%) των ερωτηθέντων θεωρεί ότι υπάρχει αρκετό ηλιακό φως, ενώ μόλις το 10,4% θεωρεί ότι δεν υπάρχει αρκετό ηλιακό φως, στις σχολικές αίθουσες. Γεγονός που δικαιολογεί την σπάνια ενεργοποίηση του ηλεκτρικού φωτισμού στις σχολικές αίθουσες, όπως προέκυψε από την έρευνα.



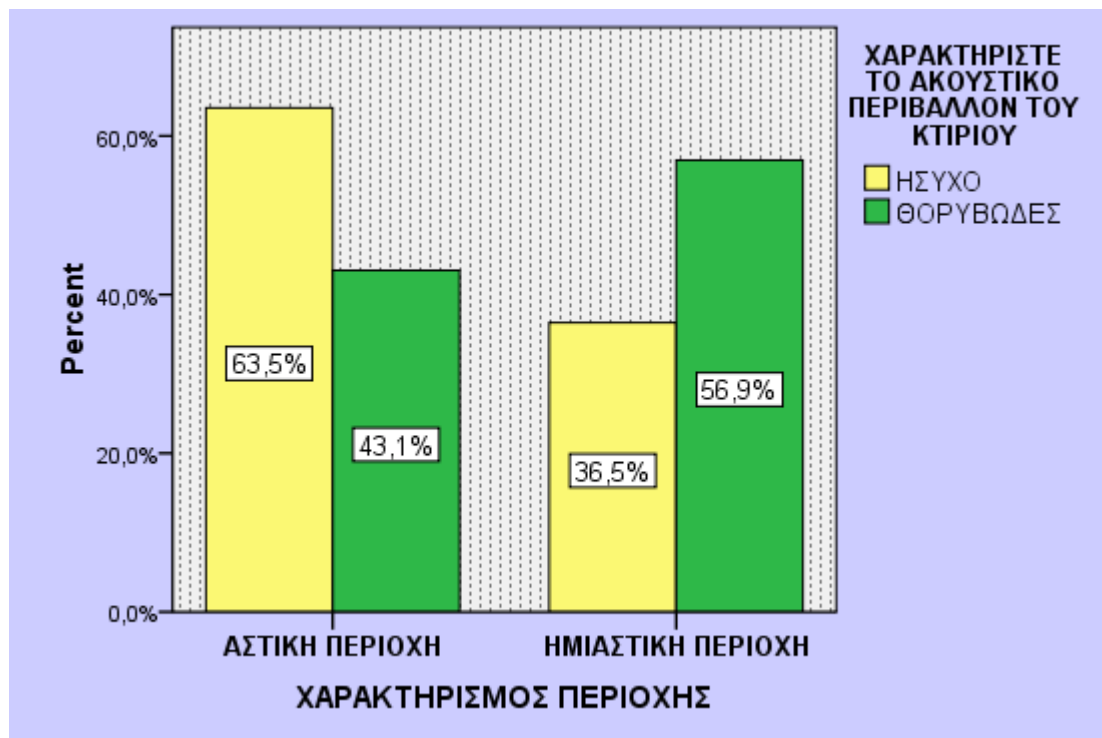
Σχήμα 15. Υπάρχει αρκετό ηλιακό φως στις αίθουσες.

Οι εργαζόμενοι σε ποσοστό 72,5% χαρακτήρισαν ως ήσυχο το περιβάλλον του κτιρίου, ενώ σε ποσοστό 27,5% το χαρακτήρισαν θορυβώδες, όπως φαίνεται στον πίνακα 5 που ακολουθεί. Είναι ιδιαίτερος εντυπωσιακό το γεγονός ότι οι εργαζόμενοι των αστικών περιοχών στην πλειοψηφία τους (63,5%) θεωρούν το περιβάλλον του κτιρίου ήσυχο και οι εργαζόμενοι των ημιαστικών περιοχών στην πλειοψηφία τους (56,9%) θεωρούν το περιβάλλον του κτιρίου θορυβώδες, μια και θα περίμενε κανείς το ακριβώς αντίθετο. (σχήμα 16).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΕ ΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

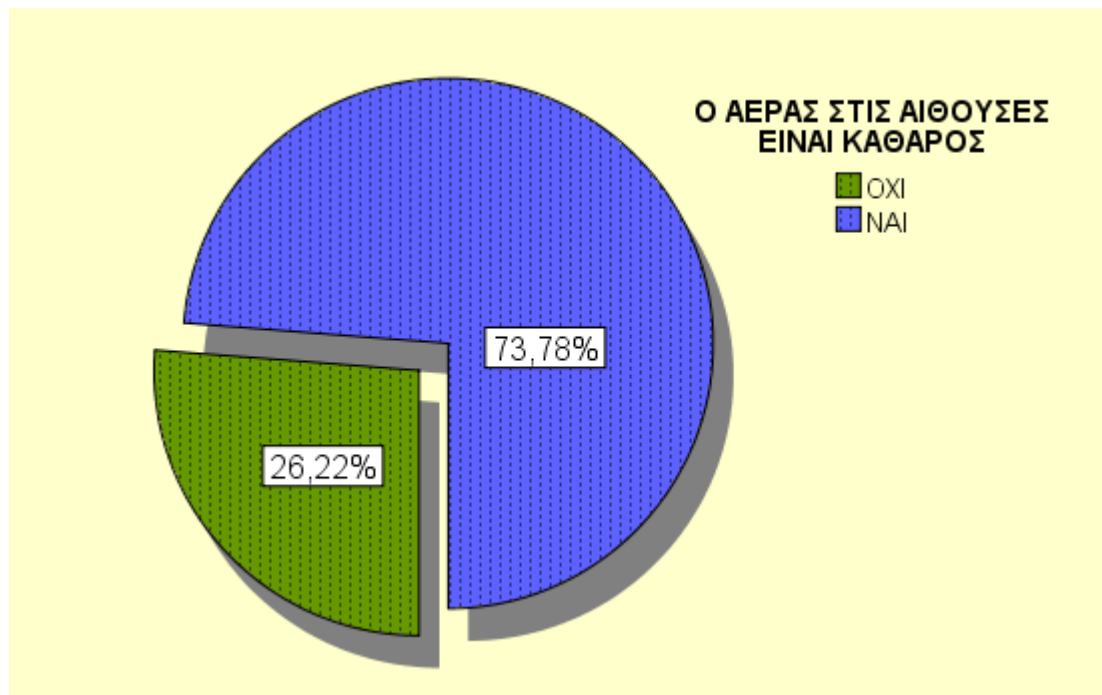
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΗΣΥΧΟ	160	70,5	72,5	72,5
	ΘΟΡΥΒΩΔΕΣ	61	26,7	27,5	100,0
	Total	221	97,2	100,0	
Missing	System	6	2,8		
Total		227	100,0		

Πίνακας 4. Ακουστικό περιβάλλον κτιρίου.



Σχήμα 16. Ακουστικό περιβάλλον κτιρίου ανά περιοχή.

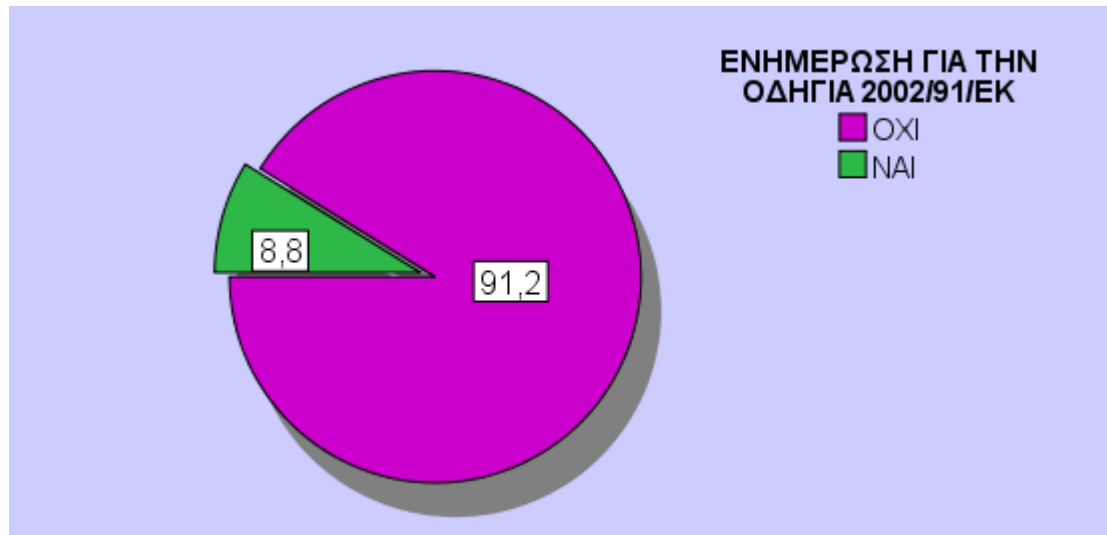
Επίσης παρατηρήθηκε ότι η ποιότητα του αέρα στις αίθουσες είναι καλή, αφού η πλειονοπία των ατόμων, το 73,78%, θεωρεί ότι ο αέρας στις αίθουσες είναι καθαρός και μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 26,22% θεωρεί ότι δεν είναι. (σχήμα 17).



Σχήμα 17. Ο αέρας στις αίθουσες είναι καθαρός.

2.4.4 Επίπεδο ενημέρωσης σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

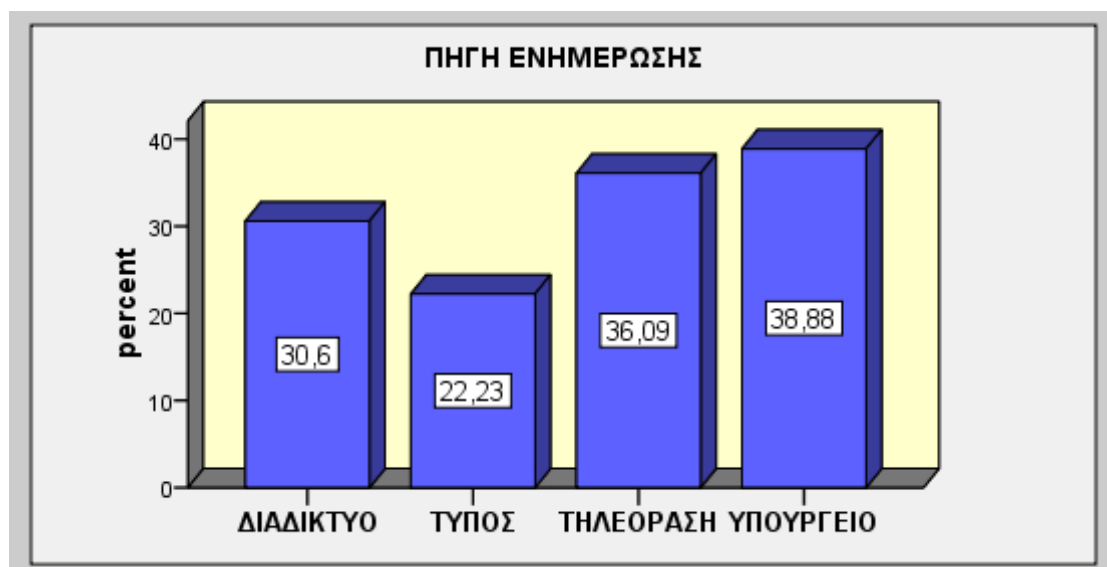
Παρατηρώντας κανείς το σχήμα 18 διαπιστώνει, ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (91,2%) δεν έχει ενημερωθεί για την οδηγία 2002/91/EK και μόλις το 8,8% έχει ενημερωθεί. Το ποσοστό αυτό θεωρείται ιδιαίτερα μεγάλο αν λάβουμε υπ' όψιν μας το μορφωτικό επίπεδο των ερωτηθέντων.



Σχήμα 18. Ενημέρωση για την οδηγία 2002/91/EK.

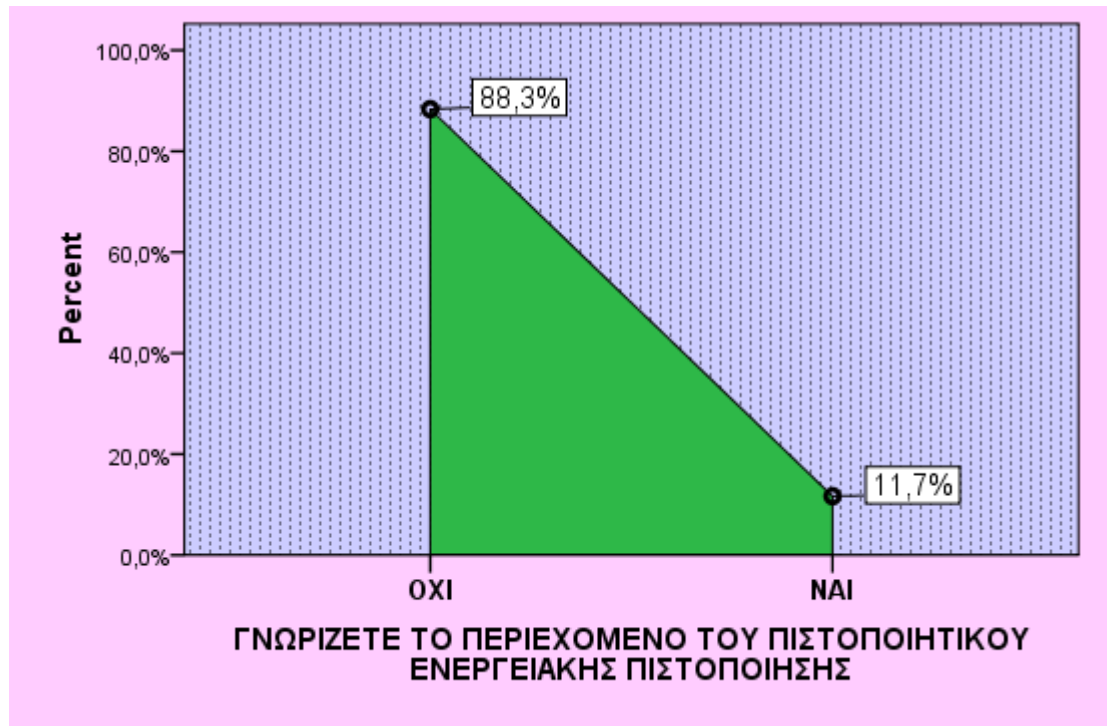
Από τα άτομα που είχαν ενημερωθεί για την οδηγία 2002/91/EK

- το 38,88% είχε ενημερωθεί μέσω υπουργείου,
- το 36,09% είχε ενημερωθεί από τη τηλεόραση,
- το 30,6% είχε ενημερωθεί μέσω διαδικτύου,
- το 22,23% είχε ενημερωθεί από τον τύπο.



Σχήμα 19. Πηγή ενημέρωσης για την οδηγία 2002/91/EK.

Συνεχίζοντας στο σχήμα 20 βλέπουμε ότι το 88,3% (182 άτομα) των ερωτηθέντων δεν γνωρίζει το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής πιστοποίησης και μόνο το 11,7% (24 άτομα) γνωρίζει το περιεχόμενο του. Το γεγονός αυτό κάνει επιτακτική την ανάγκη, για άμεση ενημέρωση.



Σχήμα 20. Γνωρίζετε το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής πιστοποίησης.

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα οι περισσότεροι (79,2%) δεν γνωρίζουν ότι στα δημόσια κτίρια θα απαιτείται η ανάρτηση σε εμφανές σημείο των ενεργειακών πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών του εσωτερικού τους περιβάλλοντος, ενώ είναι πολύ λίγοι (20,8%) αυτοί που το γνωρίζουν.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΟΤΙ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ Η ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	171	75,4	79,2	79,2
	NAI	45	19,7	20,8	100,0
	Total	216	95,1	100,0	
Missing	System	11	4,9		
Total		227	100,0		

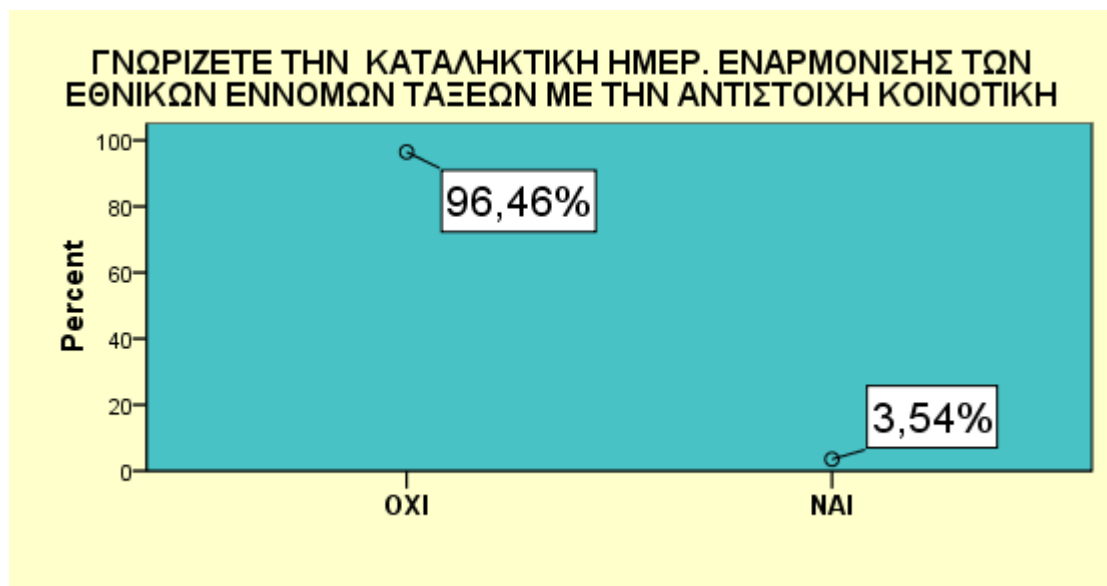
Πίνακας 5. Γνωρίζετε ότι απαιτείται η ανάρτηση των ενεργειακών πιστοποιητικών στα δημόσια κτίρια.

Όσον αφορά το γεγονός αν πρέπει να εξαιρεθούν από την οδηγία κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία το 41,13% απάντησε θετικά και το 58,87% απάντησε αρνητικά.(σχήμα 21).



Σχήμα 21. Πρέπει να εξαιρεθούν από την οδηγία κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (96,46%) δεν γνωρίζει ποια είναι η καταληκτική ημερομηνία εναρμόνισης των εθνικών έννομων τάξεων με την αντίστοιχη κοινοτική, σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 3,54% γνωρίζει την ημερομηνία αυτή (σχήμα 22).

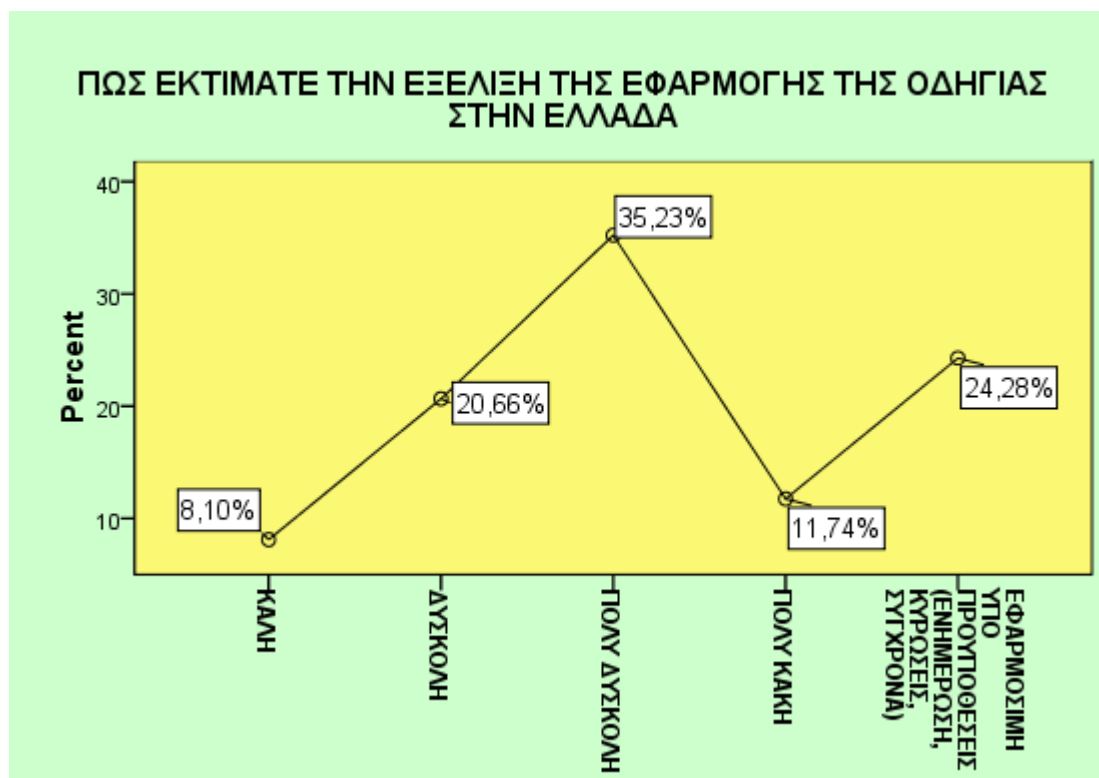


Σχήμα 22. Γνώριζε την καταληκτική ημερομηνία εναρμόνισης των εθνικών έννομων τάξεων με την αντίστοιχη κοινοτική.

2.4.5 Προσδοκίες ερωτηθέντων

Από το σχήμα 23 που ακολουθεί, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

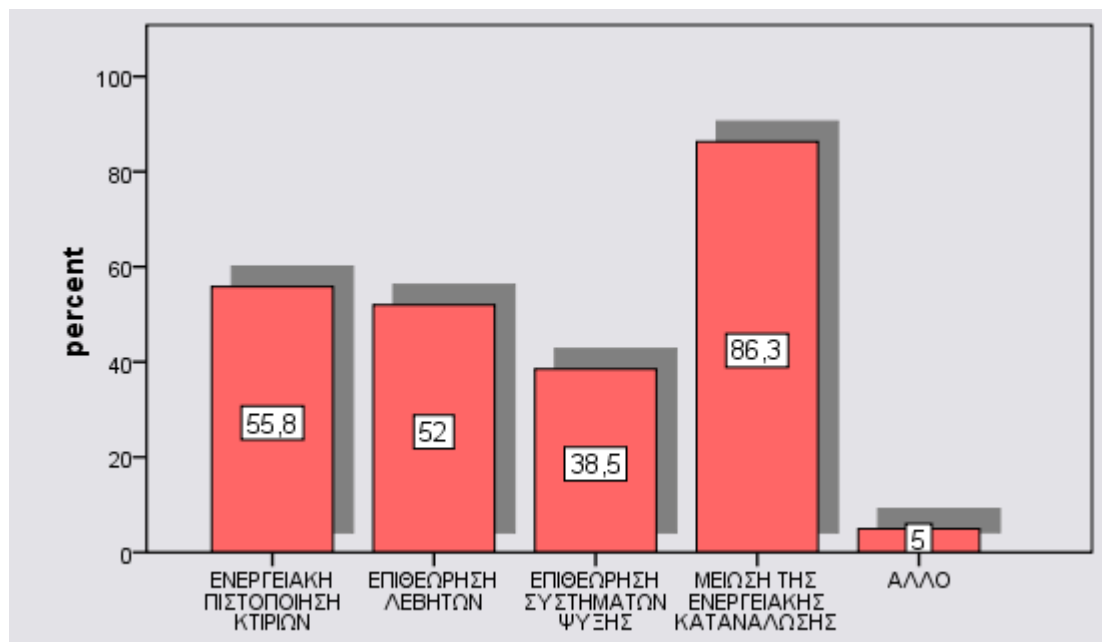
- το 8,10% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι η εξέλιξη της εφαρμογής της οδηγίας στην Ελλάδα, θα είναι καλή,
- το 20,66% αυτών πιστεύουν ότι η εξέλιξη της εφαρμογής θα είναι δύσκολη,
- ένα μεγάλο ποσοστό της τάξεως του 35,23% έχει την άποψη ότι η εξέλιξη της εφαρμογής θα είναι πολύ δύσκολη, ενώ
- το 11,74% έχει τη γνώμη ότι η εξέλιξη της εφαρμογής θα είναι πολύ κακή,
- υπήρξε και ένα ποσοστό (24,28%) που υποστήριξε ότι η οδηγία στην Ελλάδα θα είναι εφαρμόσιμη μόνο υπό προϋποθέσεις, όπως σωστή ενημέρωση, επιβολή κυρώσεων, μόνο στα σύγχρονα σχολεία.



Σχήμα 23. Εξέλιξη της εφαρμογής της οδηγίας στην Ελλάδα.

Τα σημεία της οδηγίας που οι ερωτηθέντες θα θέλανε να είχαν άμεση εφαρμογή είναι τα εξής:

- Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων (55,8%).
- Επιθεώρηση Λεβήτων (52%).
- Επιθεώρηση Συστημάτων Ψύξης (38,5%).
- Μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης (86,3%).
- Άλλο (5%).



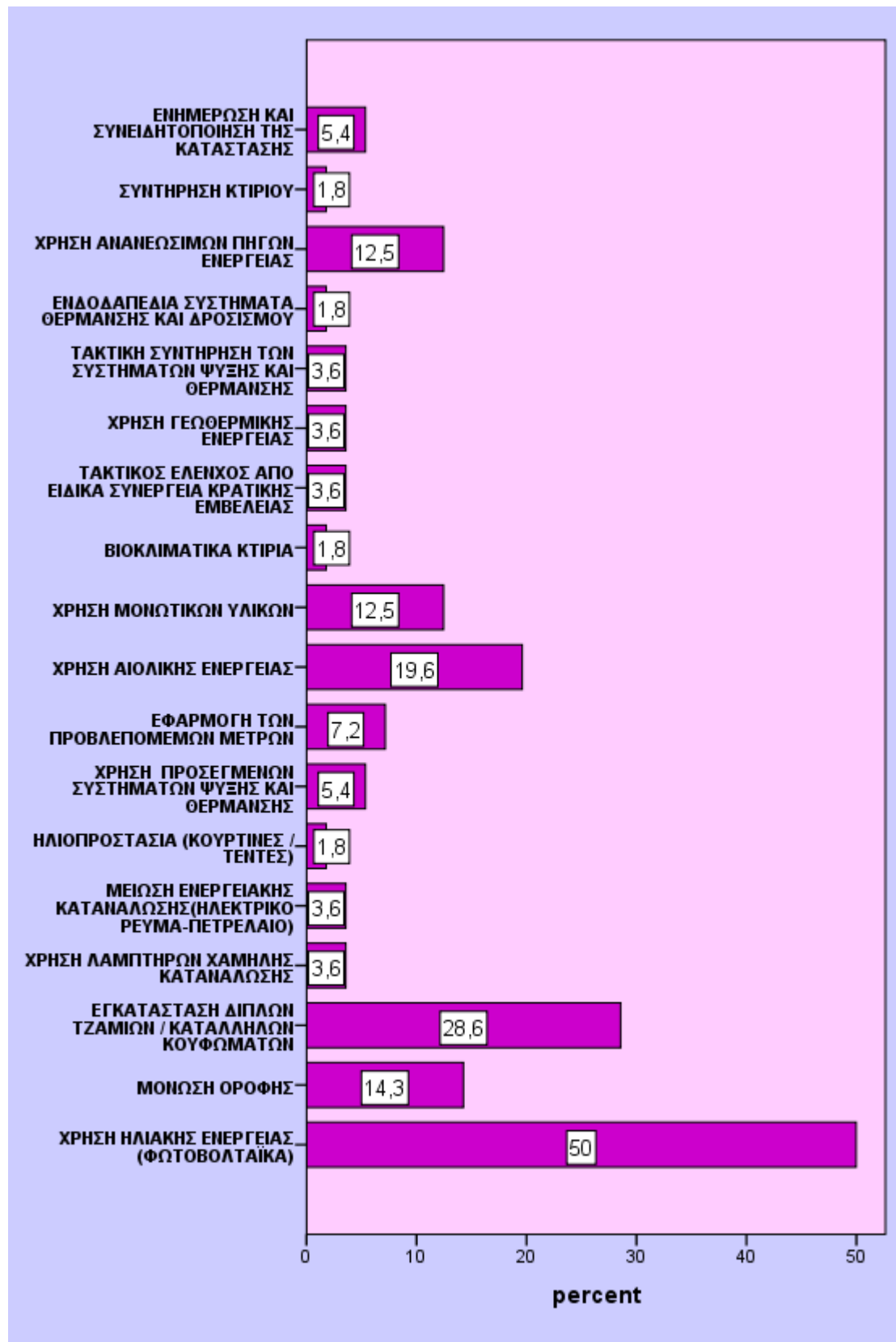
Σχήμα 24. Τα σημεία της οδηγίας που θα θέλανε να είχαν άμεση εφαρμογή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σχεδόν όλοι όσοι συμμετείχαν στην έρευνα δήλωσαν ότι θα τους ενδιέφερε μελλοντικά η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου τους. Συγκεκριμένα ένα ποσοστό αρκετά υψηλό (97,06%) απάντησε 'ναι' στη μελλοντική εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ένα ποσοστό της τάξεως του 1,47% απάντησε 'ναι' εφόσον όμως το κόστος είναι χαμηλό. Επίσης το 1,47% δήλωσε ότι το ενδιαφέρον του εξαρτάται από το είδος των ανανεώσιμων πηγών που θα χρησιμοποιηθούν (σχήμα 25).



Σχήμα 25. Θα σας ενδιέφερε μελλοντικά η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σας.

Τέλος στο σχήμα 26 που ακολουθεί μπορούμε να δούμε τις προτάσεις / σκέψεις των ερωτηθέντων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου τους.



Σχήμα 26. Προτάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

3 Χι-τετράγωνο (χ^2) έλεγχος ανεξαρτησίας

Η στατιστική ανάλυση θα βασιστεί κύρια στην σύγκριση κατηγορικών μεταβλητών, οπότε κύριο εργαλείο της θα είναι ο λεγόμενος **χι-τετράγωνο (χ^2) έλεγχος ανεξαρτησίας**. Περιγράφουμε λοιπόν πρώτα, λεπτομερειακά, τον έλεγχο αυτό (δίνοντας ένα παράδειγμα από τα δεδομένα μας) και κατόπιν περιγράφουμε (και πάλι αναλυτικά δίνοντας τους αντίστοιχους τύπους υπολογισμού) άλλα στατιστικά και συναρτήσεις που εμφανίζονται στους πίνακες που παίρνει κανείς όταν χρησιμοποιήσει για την ανάλυση του το στατιστικό πρόγραμμα S.P.S.S. [6,9].

Έστω ότι εξετάζουμε έναν πληθυσμό ως προς δύο (**ποιοτικές**) μεταβλητές X και Y (χαρακτηριστικά). Τα δεδομένα που παίρνουμε από έναν πληθυσμό ως προς την μεταβλητή X είναι χωρισμένα σε **m κατηγορίες**, ενώ τα δεδομένα που παίρνουμε από τον ίδιο πληθυσμό ως προς την μεταβλητή Y είναι χωρισμένα σε **r κατηγορίες**, οπότε τα δεδομένα που παίρνουμε από τον (ίδιο) πληθυσμό εξετάζοντάς τον αναφορικά και με τις δύο μεταβλητές X και Y είναι χωρισμένα σε **$m \cdot r$ κατηγορίες**. Αυτό που μας ενδιαφέρει σε μια τέτοια περίπτωση είναι να δούμε εάν τα δύο χαρακτηριστικά X και Y είναι **ανεξάρτητα** ή όχι.

Εάν πάρουμε ένα δείγμα μεγέθους n και το εξετάσουμε ως προς (και) τα δύο χαρακτηριστικά X και Y , τότε προκύπτουν οι συχνότητες της κάθε μιας από τις $m \cdot r$ κατηγορίες (**κελιά**). Εάν συμβολίσουμε με $\phi_{ij}, i=1,2,\dots,m$ & $j=1,2,\dots,r$ την συχνότητα της (i,j) -κατηγορίας, τότε τα δεδομένα που λαμβάνονται από το δείγμα μπορούν να παρουσιαστούν με την βοήθεια ενός **πίνακα διπλής εισόδου (πίνακας συνάφειας)** της παρακάτω μορφής. Οι συχνότητες αυτές καλούνται **παρατηρούμενες συχνότητες**.

$X \backslash Y$	1	2	.	.	.	r	Αθροίσματα γραμμών
1	ϕ_{11}	ϕ_{12}	.	.	.	ϕ_{1r}	$\phi_{1\cdot}$
2	ϕ_{21}	ϕ_{22}	.	.	.	ϕ_{2r}	$\phi_{2\cdot}$
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
m	ϕ_{m1}	ϕ_{m2}	.	.	.	ϕ_{mr}	$\phi_{m\cdot}$
Αθροίσματα στηλών	$\phi_{\cdot 1}$	$\phi_{\cdot 2}$	.	.	.	$\phi_{\cdot r}$	n

Πίνακας 1: Παρατηρούμενες συχνότητες

Συμβολίζουμε με:

$$\varphi_{1\cdot} = \sum_{k=1}^r \varphi_{1k} = \varphi_{11} + \varphi_{12} + \dots + \varphi_{1r}$$

το άθροισμα των συχνοτήτων της 1^{ης} γραμμής του πίνακα (δηλαδή την συχνότητα της 1^{ης} κατηγορίας του χαρακτηριστικού X), και γενικότερα με

$$\varphi_{i\cdot} = \sum_{k=1}^r \varphi_{ik} = \varphi_{i1} + \varphi_{i2} + \dots + \varphi_{ir}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

το άθροισμα των συχνοτήτων της i^{ης} γραμμής του πίνακα, δηλαδή την συχνότητα της i^{ης} κατηγορίας του χαρακτηριστικού X (οι συχνότητες αυτές φαίνονται στην τελευταία στήλη του πίνακα με τίτλο: αθροίσματα γραμμών).

Ακόμα, συμβολίζουμε με

$$\varphi_{\cdot 1} = \sum_{k=1}^m \varphi_{k1} = \varphi_{11} + \varphi_{21} + \dots + \varphi_{m1}$$

το άθροισμα των συχνοτήτων της 1^{ης} στήλης του πίνακα (δηλαδή την συχνότητα της 1^{ης} κατηγορίας του χαρακτηριστικού Y), και γενικότερα

$$\varphi_{\cdot j} = \sum_{k=1}^m \varphi_{kj} = \varphi_{1j} + \varphi_{2j} + \dots + \varphi_{mj}, \quad j = 1, 2, \dots, r$$

το άθροισμα των συχνοτήτων της j^{ης} στήλης του πίνακα, δηλαδή την συχνότητα της j^{ης} κατηγορίας του χαρακτηριστικού Y (οι συχνότητες αυτές φαίνονται στην τελευταία γραμμή του πίνακα με τίτλο: αθροίσματα στηλών).

Συμβολίζουμε ακόμα με $P(A_i \cap B_j)$, $i=1, 2, \dots, m$ & $j=1, 2, \dots, r$ την πιθανότητα ενός μέλος του δείγματος να ανήκει στην (i,j)-κατηγορία. Είναι φανερό ότι

$$P(A_i \cap B_j) = \frac{\varphi_{ij}}{n}.$$

Ακόμα, συμβολίζουμε ακόμα με $P(A_i)$, $i=1, 2, \dots, m$ την πιθανότητα ενός μέλος του δείγματος να ανήκει στην i-κατηγορία αναφορικά με το χαρακτηριστικό X. Είναι φανερό ότι

$$P(A_i) = \frac{\varphi_{i\cdot}}{n},$$

ενώ με $P(B_j)$, $j=1,2,\dots,r$ την πιθανότητα ενός μέλος του δείγματος να ανήκει στην j -κατηγορία αναφορικά με το χαρακτηριστικό Y . Είναι φανερό ότι

$$P(B_j) = \frac{\varphi_{\cdot j}}{n}.$$

Εάν, υποθέσουμε ότι τα χαρακτηριστικά X και Y είναι **ανεξάρτητα**, τότε θα πρέπει να ισχύει:

$$P(A_i \cap B_j) = P(A_i) \cdot P(B_j) = \frac{\varphi_{i\cdot}}{n} \cdot \frac{\varphi_{\cdot j}}{n}, \quad i=1,2,\dots,m \text{ \& } j=1,2,\dots,r$$

δηλαδή η **αναμενόμενη** συχνότητα της (i,j) -κατηγορίας θα πρέπει να είναι ίση με:

$$f_{ij} = \frac{\varphi_{i\cdot}}{n} \cdot \frac{\varphi_{\cdot j}}{n} \cdot n = \frac{\varphi_{i\cdot} \cdot \varphi_{\cdot j}}{n} \quad (**)$$

Με την βοήθεια του πίνακα 1 των παρατηρούμενων συχνοτήτων και της σχέσης (**) κατασκευάζουμε ένα τον παρακάτω πίνακα 2, των λεγόμενων **αναμενόμενων** συχνοτήτων.

$X \backslash Y$	1	2	.	.	.	r	Αθροίσματα γραμμών
1	$f_{11} = \frac{\varphi_{1\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 1}}{n}$	$f_{12} = \frac{\varphi_{1\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 2}}{n}$	.	.	.	$f_{1r} = \frac{\varphi_{1\cdot} \cdot \varphi_{\cdot r}}{n}$	$f_{1\cdot}$
2	$f_{21} = \frac{\varphi_{2\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 1}}{n}$	$f_{22} = \frac{\varphi_{2\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 2}}{n}$	.	.	.	$f_{2r} = \frac{\varphi_{2\cdot} \cdot \varphi_{\cdot r}}{n}$	$f_{2\cdot}$
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
m	$f_{m1} = \frac{\varphi_{m\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 1}}{n}$	$f_{m2} = \frac{\varphi_{m\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 2}}{n}$	.	.	.	$f_{mr} = \frac{\varphi_{m\cdot} \cdot \varphi_{\cdot r}}{n}$	$f_{m\cdot}$
Αθροίσματα στηλών	$f_{\cdot 1}$	$f_{\cdot 2}$	.	.	.	$f_{\cdot r}$	n

Πίνακας 2: Αναμενόμενες συχνότητες

Δηλαδή, για να υπολογίσουμε την αναμενόμενη συχνότητα της (i,j) -κατηγορίας, πολλαπλασιάζουμε την συχνότητα της i -κατηγορίας του χαρακτηριστικού X με την συχνότητα της j -κατηγορίας του χαρακτηριστικού Y και το αποτέλεσμα το διαιρούμε με n (το μέγεθος του δείγματος).

Οι αναμενόμενες συχνότητες θα διαφέρουν πάντα από τις (αντίστοιχες) παρατηρούμενες συχνότητες (λόγω σφαλμάτων δειγματοληψίας). Η ερώτηση είναι: είναι αυτές οι διαφορές στατιστικά σημαντικές (δηλαδή με άλλα λόγια τα χαρακτηριστικά X και Y δεν είναι ανεξάρτητα) ή η διαφορά αυτή οφείλεται στην τύχη; (δηλαδή τα χαρακτηριστικά X και Y είναι **ανεξάρτητα**). Η απάντηση μας δίνεται με την βοήθεια ενός μονόπλευρου ελέγχου, υποθέσεων που χρησιμοποιεί την Χι-τετράγωνο κατανομή, και ο οποίος ονομάζεται (Χι-τετράγωνο) **έλεγχος ανεξαρτησίας**.

Για τον έλεγχο ανεξαρτησίας ακολουθούμε τα εξής 3 βήματα :

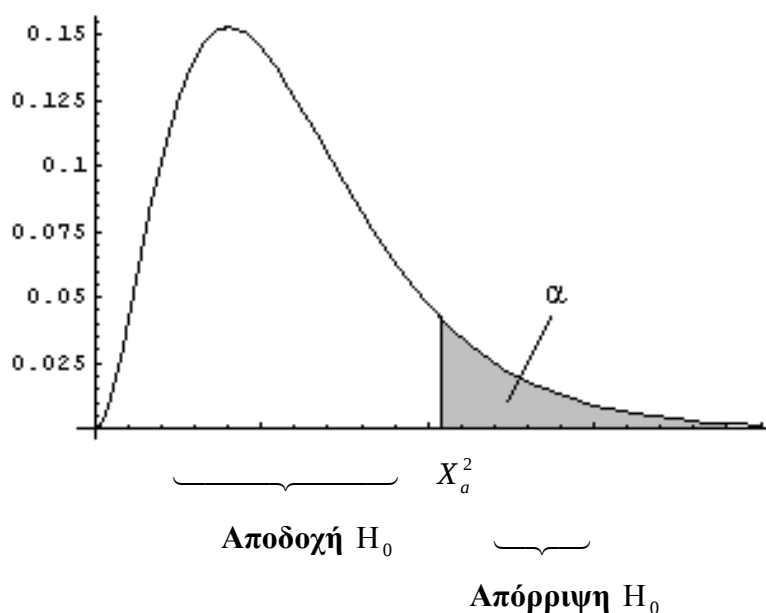
1^ο βήμα η μηδενική H_0 : τα χαρακτηριστικά (μεταβλητές) X και Y είναι ανεξάρτητα

εναλλακτική H_1 : τα χαρακτηριστικά (μεταβλητές) X και Y δεν είναι ανεξάρτητα

(μονόπλευρος έλεγχος)

2^ο βήμα Χρησιμοποιήσουμε την **κατανομή** χ^2 (χι-τετράγωνο) με **(m-1)(r-1)** βαθμούς ελευθερίας. Με την βοήθεια της κατανομής χ^2 (χι-τετράγωνο) καθορίζουμε την περιοχή της αποδοχής και την περιοχή της απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης, χρησιμοποιώντας ένα (προκαθορισμένο) επίπεδο σημαντικότητας α (συνήθως $\alpha=0,05$ ή $\alpha=0,01$).

χ^2 - κατανομή με (m-1)(r-1) β.ε.



3^ο βήμα Το στατιστικό του ελέγχου στην περίπτωση αυτή είναι ίσο με:

$$X^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r \frac{(\phi_{ij} - f_{ij})^2}{f_{ij}}$$

Εάν $X^2 > X_a^2$ τότε απορρίπτουμε την H_0 , δηλαδή οι παρατηρούμενες συχνότητες διαφέρουν (στατιστικά) σημαντικά από τις αναμενόμενες ή με άλλα λόγια τα χαρακτηριστικά X και Y **δεν** είναι ανεξάρτητα.

Παρατήρηση 1

Ο παραπάνω έλεγχος ισχύει με τους εξής περιορισμούς:

- (α) Η ελάχιστη αναμενόμενη συχνότητα δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 1.
- (β) Κάθε μια από τις αναμενόμενες συχνότητες πρέπει να είναι τουλάχιστον 5, δηλαδή $f_{ij} \geq 5$, $i=1,2,\dots,m$ & $j=1,2,\dots,r$ (κάθε κελί πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 5 αναμενόμενες παρατηρήσεις). Επειδή ο παραπάνω περιορισμός είναι αρκετά αυστηρός, απαιτούμε $f_{ij} \geq 5$, $i=1,2,\dots,m$ & $j=1,2,\dots,r$ με τον επιπλέον περιορισμό ότι το πολύ 20% των f_{ij} , $i=1,2,\dots,m$ & $j=1,2,\dots,r$ μπορεί να είναι μικρότερα των 5 (**περιορισμός του Cochran**).

Παράδειγμα 1

Στην έρευνά μας θα θέλαμε να δούμε εάν το «φύλο» του εργαζομένου παίζει ρόλο στο αν «γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας». Τα αποτελέσματα, από το δείγμα μας των 224 ατόμων, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

<i>Γνωρίζετε πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας</i>			
<i>Φύλο</i>	ΟΧΙ	ΝΑΙ	Σύνολο
ΑΝΔΡΑΣ	9 (ϕ_{11})	86 (ϕ_{12})	95 ($\phi_{1.}$)
ΓΥΝΑΙΚΑ	26 (ϕ_{21})	103 (ϕ_{22})	129 ($\phi_{2.}$)
Σύνολο	35 ($\phi_{.1}$)	189 ($\phi_{.2}$)	224 (n)

Πίνακας 1: Παρατηρούμενες συχνότητες

Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, το αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας είναι ανεξάρτητο από το φύλο του; (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$).

Λύση

Θα κάνουμε έναν χ^2 έλεγχο ανεξαρτησίας.

1^ο βήμα

μηδενική H_0 : το αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας είναι ανεξάρτητο από το φύλο του

εναλλακτική H_1 : το αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από το φύλο του

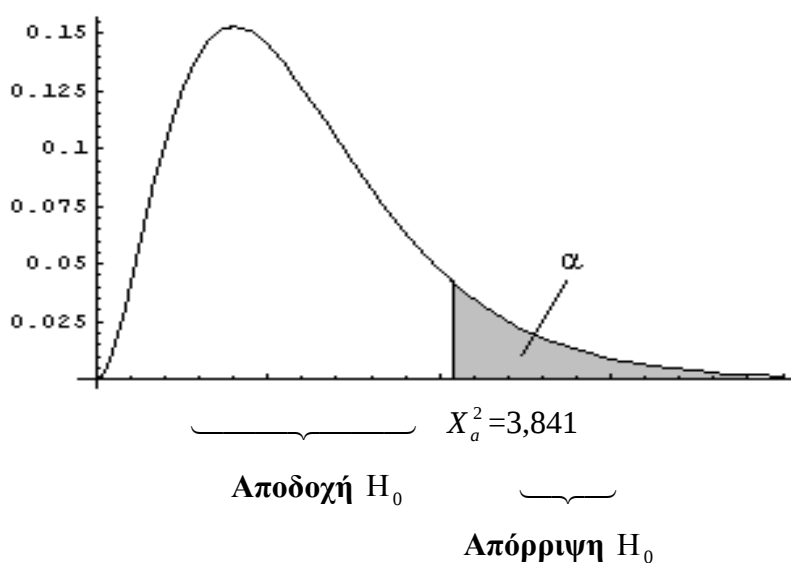
(μονόπλευρος έλεγχος)

2^ο βήμα Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε την χ^2 κατανομή με

$$(m-1)(r-1) = (2-1)(2-1) = 1 \text{ βαθμούς ελευθερίας}$$

(όπου m = φύλο (ΑΝΔΡΑΣ - ΓΥΝΑΙΚΑ) και r = γνωρίζετε πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (ΟΧΙ - ΝΑΙ)).

χ^2 -κατανομή με 1 β.ε.



Από τους χ^2 πίνακες έχουμε: $X_a^2 = 3,841$

3^ο βήμα Με την βοήθεια του (πίνακα 1) πίνακα των συχνοτήτων που παρατηρήθηκαν (φ), κατασκευάζουμε τον παρακάτω (πίνακα 2) πίνακα των συχνοτήτων που αναμένονται (f), με την βοήθεια της σχέσης (**).

<i>Γνωρίζετε πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας</i> Φύλο	OXI	NAI	Σύνολο
ΑΝΔΡΑΣ	14,8 (f_{11})	80,2 (f_{12})	95
ΓΥΝΑΙΚΑ	20,2 (f_{21})	108,8 (f_{22})	129
Σύνολο	35	189	224

Πίνακας 2: Αναμενόμενες συχνότητες

Οι αναμενόμενες συχνότητες υπολογίζονται ως εξής:

$$f_{11} = \frac{\varphi_{1\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 1}}{n} = \frac{95 \cdot 35}{224} = 14,8$$

$$f_{12} = \frac{\varphi_{1\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 2}}{n} = \frac{95 \cdot 189}{224} = 80,2$$

$$f_{21} = \frac{\varphi_{2\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 1}}{n} = \frac{129 \cdot 35}{224} = 20,2$$

$$f_{22} = \frac{\varphi_{2\cdot} \cdot \varphi_{\cdot 2}}{n} = \frac{129 \cdot 189}{224} = 108,8$$

Το **στατιστικό** του ελέγχου είναι:

$$X^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(\varphi_{ij} - f_{ij})^2}{f_{ij}} = \frac{(9 - 14,8)^2}{14,8} + \frac{(86 - 80,2)^2}{80,2} + \frac{(26 - 20,2)^2}{20,2} + \frac{(103 - 108,8)^2}{108,8} \approx 4,7$$

και επειδή $4,7 > 3,841$ απορρίπτουμε την H_0 , δηλαδή (υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις) το αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από το φύλο του.

Παρατήρηση 1

Ο παραπάνω έλεγχος μπορεί να γίνει γιατί ικανοποιούνται οι περιορισμοί για την εφαρμογή του. Πράγματι, από τον δεύτερο πίνακα μπορούμε να δούμε ότι:

(α) Η ελάχιστη αναμενόμενη συχνότητα δεν είναι μικρότερη από 1.

(β) Κάθε μια από τις αναμενόμενες συχνότητες είναι τουλάχιστον 5, δηλαδή $f_{ij} \geq 5$, $i=1,2$ & $j=1,2$ (κάθε κελί πρέπει περιέχει τουλάχιστον 5 αναμενόμενες παρατηρήσεις).

Παρατήρηση 2

Οι παραπάνω πίνακες (των παρατηρούμενων και αναμενόμενων συχνοτήτων), δίδονται αυτόματα από το S.P.S.S. (εφ' όσον έχουμε κωδικοποιήσει τις μεταβλητές μας κατάλληλα και το επιλέξουμε), όπως επίσης δίνονται και τα αποτελέσματα του χι-τετράγωνο τεστ (δείτε τους παρακάτω πίνακες).

(α) πίνακας **παρατηρούμενων συχνοτήτων**

ΦΥΛΟ * ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΟΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Crosstabulation				
Count				
		ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΟΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
		ΟΧΙ	ΝΑΙ	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	9	86	95
	ΓΥΝΑΙΚΑ	26	103	129
	Total	35	189	224

(β) πίνακας **αναμενόμενων συχνοτήτων**

ΦΥΛΟ * ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΟΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Crosstabulation				
Expected Count				
		ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΟΣΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
		ΟΧΙ	ΝΑΙ	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	14,8	80,2	95,0
	ΓΥΝΑΙΚΑ	20,2	108,8	129,0
	Total	35,0	189,0	224,0

(γ) Αποτελέσματα **χι-τετράγωνο τεστ**

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,735 ^a	1	,030	,040	,022
Continuity Correction ^b	3,959	1	,047		
Likelihood Ratio	4,967	1	,026		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	4,713	1	,030		
N of Valid Cases	224				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,84.

b. Computed only for a 2x2 table

Στην 2^η στήλη και στην 1^η γραμμή μπορεί να δει κανείς την τιμή του στατιστικού χι-τετράγωνο ($X^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(\varphi_{ij} - f_{ij})^2}{f_{ij}} = 4,735 \approx 4,7$ σχεδόν ταυτοτική με την τιμή που υπολογίσαμε).

Επειδή από την 4^η στήλη και την 1^η γραμμή έχουμε ότι η τιμή $0,030 < 0,05$ (επίπεδο σημαντικότητας α) απορρίπτουμε την H_0 , δηλαδή (υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις) το αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από το φύλο του.

Τέλος, από το a (0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,84), κάτω από τον πίνακα, βλέπουμε ότι ικανοποιείται η συνθήκη ότι όλες οι αναμενόμενες συχνότητες είναι τουλάχιστον 5.

Στον πίνακα ακόμα φαίνονται και άλλα στατιστικά, μεταξύ άλλων, και τα εξής:

Continuity Correction (διόρθωση συνεχείας): όταν έχουμε έναν 2x2 πίνακα συνάφειας (δηλαδή όταν έχουμε δύο κατηγορικές μεταβλητές με δύο κατηγορίες η κάθε μία), τότε το χι-τετράγωνο τεστ (Pearson's chi-square), τείνει να «παράγει» τιμές σημαντικότητας οι οποίες είναι πολύ μικρές (δηλαδή τείνει στο να «παράγει» σφάλμα τύπου I). Ο Yates λοιπόν πρότεινε μια διόρθωση στον τύπο του Pearson που ονομάζεται Continuity Correction. Το στατιστικό του ελέγχου σε αυτή την περίπτωση δίνεται από τον τύπο:

$$X^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(|\varphi_{ij} - f_{ij}| - 0,5)^2}{f_{ij}}$$

Αφαιρούμε δηλαδή την τιμή 0,5 από κάθε, προσθετικό, παράγοντα του αριθμητή. Για τα δεδομένα του παραδείγματός μας έχουμε:

$$X^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(|\varphi_{ij} - f_{ij}| - 0,5)^2}{f_{ij}} = \frac{(|9 - 14,8| - 0,5)^2}{14,8} + \frac{(|86 - 80,2| - 0,5)^2}{80,2} + \frac{(|26 - 20,2| - 0,5)^2}{20,2} + \frac{(|103 - 108,8| - 0,5)^2}{108,8} \approx 3,959$$

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι, η Continuity Correction, μικραίνει την τιμή του χι-τετράγωνο στατιστικού, με αποτέλεσμα να το κάνει λιγότερο στατιστικά σημαντικό. Αν και φαίνεται ότι είναι μια λύση στο πρόβλημα που περιγράψαμε στην αρχή (αναφορικά με το στατιστικό Pearson's chi-square), αυτή υπέρ-διορθώνει το πρόβλημα και δίνει τιμές χι-τετράγωνο οι οποίες είναι μικρές (όπως βλέπουμε και στα δεδομένα μας δίνει τιμή 3,959, μικρότερη από την τιμή χι-τετράγωνο που είναι 4,735, οπότε και στην περίπτωση αυτή απορρίπτουμε την H_0). Συνήθως το στατιστικό αυτό αγνοείται.

Likelihood ratio (πηλίκιο πιθανοφάνειας): στατιστικό το οποίο βασίζεται στην θεωρία των εκτιμητών μέγιστης πιθανοφάνειας. Η γενική ιδέα πίσω από αυτή την θεωρία είναι: συλλέγουμε δεδομένα και δημιουργούμε ένα μοντέλο για το οποίο η πιθανότητα να προκύψει το σύνολο των δεδομένων που παρατηρήσαμε μεγιστοποιείται, και μετά συγκρίνουμε αυτό το μοντέλο με την πιθανότητα να πάρουμε αυτά τα δεδομένα κάτω από την ισχύ της μηδενικής υπόθεσης. Το στατιστικό που προκύπτει, σύγκριση των παρατηρούμενων συχνοτήτων με αυτές που αναμένουμε από το μοντέλο, δίνεται από τον τύπο:

$$L_{X^2} = 2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \varphi_{ij} \ln \frac{\varphi_{ij}}{f_{ij}}$$

Έχει και αυτό το στατιστικό, βαθμούς ελευθερίας ίσους με του στατιστικού Pearson's chi-square.

Για τα δεδομένα μας:

$$L_{X^2} = 2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \varphi_{ij} \ln \frac{\varphi_{ij}}{f_{ij}} = 2 \left(9 \cdot \ln \frac{9}{14,8} + 86 \cdot \ln \frac{86}{80,2} + 26 \cdot \ln \frac{26}{20,2} + 103 \cdot \ln \frac{103}{108,8} \right) \approx 4,967$$

Επειδή και για τα δεδομένα μας (κοιτάζοντας τον πίνακα του εδώ S.P.S.S.) η τιμή $p=0,026 < 0,05$, συμπεραίνουμε και πάλι (όπως και με το Pearson's chi-square) ότι, το αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από το φύλο του.

Παρατήρηση 3

Το S.P.S.S., εφ' όσον το επιλέξουμε, μας δίνει και τον παρακάτω πίνακα για το παράδειγμα που εξετάζουμε:

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	-,145	,030
	Cramer's V	,145	,030
	N of Valid Cases	224	

Οι αριθμοί, **Phi** = -0,145 και **Cramer's V** = 0,145, είναι μέτρα του μεγέθους της συσχέτισης (εξάρτησης) των δύο κατηγορικών μεταβλητών. Ακόμα, ο

Phi: είναι στατιστικό που υπολογίζεται για πίνακες συνάφειας 2x2 (δηλαδή όταν έχουμε δύο κατηγορικές μεταβλητές με δύο κατηγορίες η κάθε μία). Μετρά τον βαθμό συσχέτισης των δύο δίτιμων κατηγορικών μεταβλητών και παρουσιάστηκε από τον Karl Pearson. Είναι παρόμοιος του συντελεστή συσχέτισης του Pearson. Το τετράγωνο του συντελεστή phi συνδέεται με το χι-τετράγωνο στατιστικό (X^2), ενός πίνακα συνάφειας 2x2, με την σχέση:

$$\text{phi}^2 = \frac{X^2}{n}$$

όπου n το σύνολο των παρατηρήσεων. Δύο δίτιμες κατηγορικές μεταβλητές θεωρούνται θετικά συσχετισμένες (αντ. αρνητικά) εάν τα περισσότερα δεδομένα βρίσκονται στα κελιά της διαγωνίου (αντ. στα κελιά εκτός διαγωνίου). Εάν έχουμε έναν πίνακα συνάφειας 2x2, για τις τ.μ. X,Y:

X \ Y	Y		
	0	1	Σύνολο
0	n_{00}	n_{01}	$n_{0.}$
1	n_{10}	n_{11}	$n_{1.}$
Σύνολο	$n_{.0}$	$n_{.1}$	n

$$\text{τότε: } \phi = \frac{n_{00}n_{11} - n_{01}n_{10}}{\sqrt{n_{0\cdot} \cdot n_{1\cdot} \cdot n_{\cdot 0} \cdot n_{\cdot 1}}}$$

$$\text{Στο παράδειγμά μας: } \phi = \frac{9 \cdot 103 - 26 \cdot 86}{\sqrt{35 \cdot 189 \cdot 95 \cdot 129}} = -0,145$$

που σημαίνει ότι υπάρχει μέτρια (αρνητική) συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών φύλο και της γνώσης του πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.

Εάν μία από τις κατηγορικές μεταβλητές έχει περισσότερες από δύο κατηγορίες, τότε το Phi αποτυγχάνει να πάρει την ελάχιστη του τιμή που είναι το μηδέν (και αποδεικνύει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών), οπότε χρησιμοποιείται το στατιστικό Cramer's V.

Cramer's V: χρησιμοποιείται όπως είπαμε όταν μία από τις κατηγορικές μεταβλητές έχει περισσότερες από δύο κατηγορίες. Τότε είναι δυνατόν να λάβει την μέγιστη τιμή που είναι το 1 (την οποία δεν λαμβάνει το Phi), οπότε είναι πιο χρήσιμο σε αυτή την περίπτωση. Όταν έχουμε πίνακες συνάφειας 2x2, τότε οι αριθμοί είναι κατά απόλυτη τιμή ίσοι.

Στο παράδειγμά μας, είδαμε ότι **Phi = Cramer's V** = 0,145, γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει μια **μέτρια** συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών φύλο και αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Η τιμή αυτή (0,145) είναι **στατιστικά σημαντική** όπως φαίνεται από την 3^η στήλη αυτού του πίνακα ($p=0,030 < 0,05$), που σημαίνει ότι η σχέση μεταξύ αυτών των μεταβλητών είναι (στατιστικά) σημαντική. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει το αποτέλεσμα του χι-τετράγωνο τεστ που είδαμε παραπάνω (ότι οι δύο μεταβλητές σχετίζονται).

4 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που ακολουθεί βασίστηκε στους παρακάτω τέσσερες παράγοντες:

(α) στο φύλο των μελών του δείγματος,

(β) τον βαθμό εργασίας (οι εργαζόμενοι στις σχολικές μονάδες χωρίστηκαν σε δύο μεγάλες ομάδες-κατηγορίες: στο διευθυντικό προσωπικό όπως διευθυντές και υποδιευθυντές και στο μη-διευθυντικό προσωπικό όπως δάσκαλοι-καθηγητές και διοικητικό προσωπικό),

(γ) το έτος ανέγερσης του σχολείου (τα σχολεία κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, σε αυτά που κτίστηκαν μέχρι το 1980 και σε αυτά που κτίστηκαν μετά το 1980),

(δ) τον χαρακτηρισμό της περιοχής στην οποία βρίσκεται η σχολική μονάδα (οι περιοχές χαρακτηρίστηκαν αστικές και ημιαστικές).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε παράγοντα ξεχωριστά.

4.1 Φύλο

Αναφορικά με το φύλο τα, σπουδαιότερα από τα , αποτελέσματα ήταν τα εξής. Στον πρώτο πίνακα βλέπουμε ότι το 36,5% των γυναικών θεωρεί ότι η **κατανάλωση ηλεκτρικού** στα σχολεία είναι υψηλή, σε αντίθεση με το 25% των ανδρών. Αντίστοιχα το 22,2% των ανδρών θεωρεί την κατανάλωση ηλεκτρικού χαμηλή σε σύγκριση με (μόνον) το 8,2% των γυναικών που την θεωρεί χαμηλή.

Crosstab						
			ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ			
			ΥΨΗΛΗ	ΟΥΤΕ ΥΨΗΛΗ / ΟΥΤΕ ΧΑΜΗΛΗ	ΧΑΜΗΛΗ	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	Count	18	38	16	72
		% within ΦΥΛΟ	25,0%	52,8%	22,2%	100,0%
	ΓΥΝΑΙΚΑ	Count	31	47	7	85
		% within ΦΥΛΟ	36,5%	55,3%	8,2%	100,0%
	Total	Count	49	85	23	157
		% within ΦΥΛΟ	31,2%	54,1%	14,6%	100,0%

Πίνακας 1. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών φύλο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας των μεταβλητών, φύλο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, εφαρμόστηκε το χ^2 τεστ, τα αποτελέσματα του οποίου φαίνονται στον πίνακα 2. Αφού ισχύουν και οι δυο προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου (1. ελάχιστη αναμενόμενη συχνότητα μεγαλύτερη από τη μονάδα και 2. όχι πάνω από το 20% των αναμενόμενων συχνοτήτων μικρότερες από 5), πρόέκυψε ότι οι δύο αυτές μεταβλητές (φύλο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) δεν είναι ανεξάρτητες (το τεστ βρέθηκε στατιστικά σημαντικό, $\chi^2 = 6,894$, β.ε.=2, $p=0,032$). Αυτό σημαίνει ότι το φύλο του εργαζομένου επηρεάζει την γνώμη του σχετικά με το αν η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλή, μέση ή χαμηλή.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,894 ^a	2	,032
Likelihood Ratio	6,985	2	,030
Linear-by-Linear Association	5,822	1	,016
N of Valid Cases	157		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10,55.

Πίνακας 2. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών φύλο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ισχύς και ο τρόπος της επίδρασης αυτής, διερευνήθηκε με Cramer's V test, μιας και πρόκειται για ονομαστικές ή διατεταγμένες μεταβλητές 2x3, τα αποτελέσματα του οποίου φαίνονται στον πίνακα 3. Προέκυψε λοιπόν ότι υπάρχει μικρή θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών φύλο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Cramer's V=0,21, $p=0,032$).

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,210	,032
	Cramer's V	,210	,032
	N of Valid Cases	157	

Πίνακας 3. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών φύλο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση υπάρχει μεταξύ ανδρών και γυναικών στην γνώση των **συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**. Οι άνδρες λοιπόν (σε ποσοστό 93%), φαίνεται να είναι περισσότερο ενημερωμένοι, με το είδος των

συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, σε σχέση με τις γυναίκες, που σε ποσοστό 82,2% γνωρίζουν για αυτά (πίνακας 4). Αφού από τον έλεγχο της ανεξαρτησίας των μεταβλητών το χ^2 τεστ προέκυψε και εδώ σημαντικό ($\chi^2=5,071$, β.ε.=1, $p=0,024$ όπως φαίνεται στον πίνακα 5). Το αποτέλεσμα αυτό υποδηλώνει ότι υπάρχει εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών φύλο και γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα από τον έλεγχο συσχέτισης (εφαρμόστηκε Phi τεστ μιας και πρόκειται για δίτιμες μεταβλητές), προέκυψε ότι υπάρχει μικρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών αυτών ($\Phi=-0,158$, $p=0,024$ όπως φαίνεται στον πίνακα 6).

Crosstab					
			ΓΝΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
			OXI	NAI	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	Count	6	80	86
		% within ΦΥΛΟ	7,0%	93,0%	100,0%
	ΓΥΝΑΙΚΑ	Count	21	97	118
		% within ΦΥΛΟ	17,8%	82,2%	100,0%
	Total	Count	27	177	204
		% within ΦΥΛΟ	13,2%	86,8%	100,0%

Πίνακας 4. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών φύλο και γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,071 ^a	1	,024		
Continuity Correction ^b	4,173	1	,041		
Likelihood Ratio	5,421	1	,020		
Fisher's Exact Test				,035	,018
Linear-by-Linear Association	5,046	1	,025		
N of Valid Cases	204				

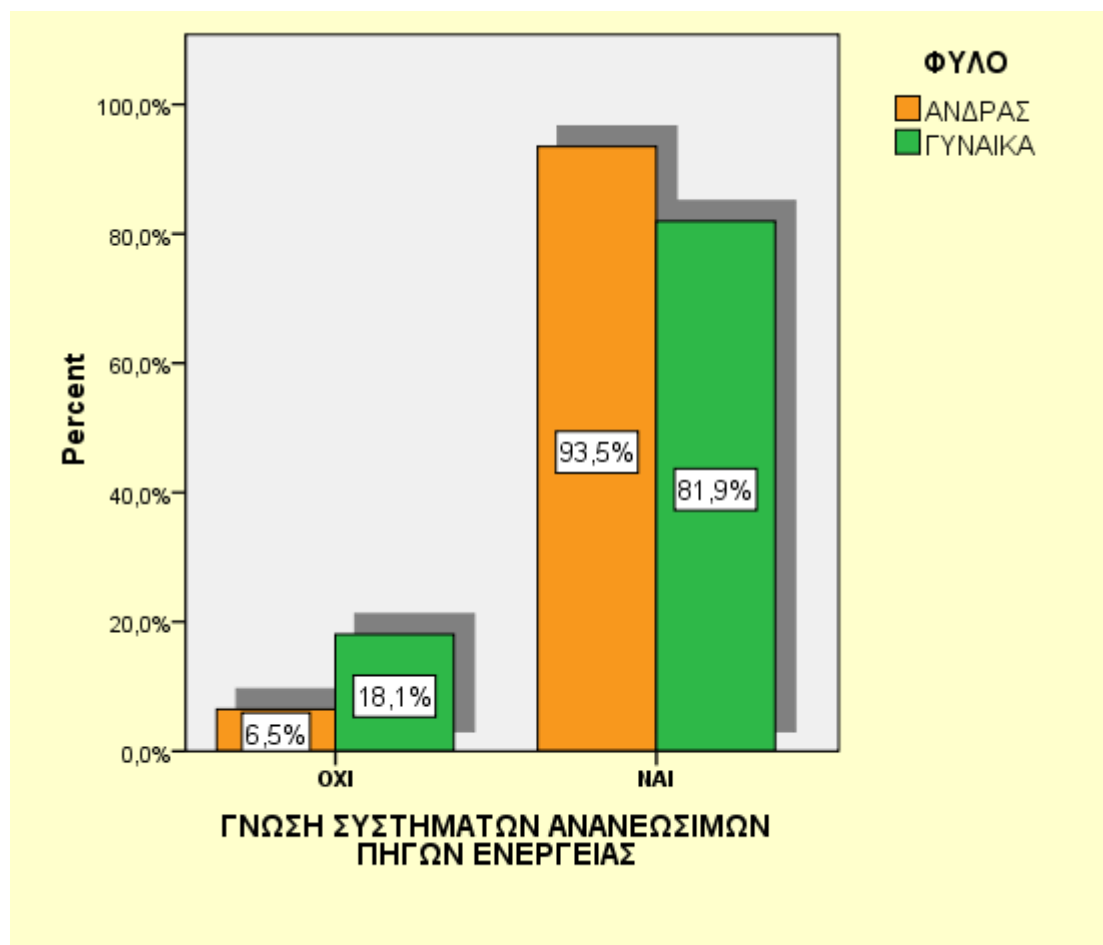
a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,38.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 5. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών φύλο και γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργεια.

Symmetric Measures			Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi		-,158	,024
	Cramer's V		,158	,024
	N of Valid Cases		204	

Πίνακας 6. Τα αποτελέσματα του Phi τεστ των μεταβλητών φύλο και γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.



Σχήμα 1. Γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφορικά με το φύλο.

Ακόμα, σημαντική (στατιστικά) διαφορά υπάρχει ανάμεσα στα δύο φύλα, ως προς τον **χαρακτηρισμό του εργασιακού τους χώρου**. Οι γυναίκες θεωρούν ότι ο εργασιακός χώρος των σχολικών μονάδων μπορεί να χαρακτηριστεί καλός σε ποσοστό 77,3%, σε αντίθεση με τους άνδρες που θεωρούν σε μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 86%), ότι ο χώρος αυτός είναι καλός. Ενώ κανείς σχεδόν από τους άνδρες δεν τον χαρακτηρίζει κακό, σε αντίθεση με το 12,1% των γυναικών που έχει αυτή την

γνώμη (πίνακας 7). Η διαφορά αυτή είναι φανερή και από το παρακάτω γράφημα (σχήμα 2).

Crosstab

			ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ			
			ΚΑΛΟΣ	ΟΥΤΕ ΚΑΛΟΣ / ΟΥΤΕ ΚΑΚΟΣ	ΚΑΚΟΣ	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	Count	80	13	0	93
		% within ΦΥΛΟ	86,0%	14,0%	,0%	100,0%
	ΓΥΝΑΙΚΑ	Count	102	14	16	132
		% within ΦΥΛΟ	77,3%	10,6%	12,1%	100,0%
	Total	Count	182	27	16	225
		% within ΦΥΛΟ	80,9%	12,0%	7,1%	100,0%

Πίνακας 7. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών φύλο και χαρακτηρισμός εργασιακού χώρου.

Το X^2 τεστ και στην περίπτωση αυτή προέκυψε στατιστικά σημαντικό ($x^2=12,306$, β.ε.=2, $p=0,002$ όπως φαίνεται και στον πίνακα 8), εύρημα που υποδηλώνει ότι το φύλο των υπαλλήλων επηρεάζει τις απόψεις τους σχετικά με τον χαρακτηρισμό του εργασιακού τους χώρου. Συγκεκριμένα από την εφαρμογή του Cramer's V test, μιας και πρόκειται για ονομαστικές ή διατεταγμένες μεταβλητές 2×3 , προέκυψε ότι υπάρχει μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ των δυο μεταβλητών (Cramer's $V=0,234$, $p=0,002$, όπως φαίνεται και στον πίνακα 9).

Chi-Square Tests

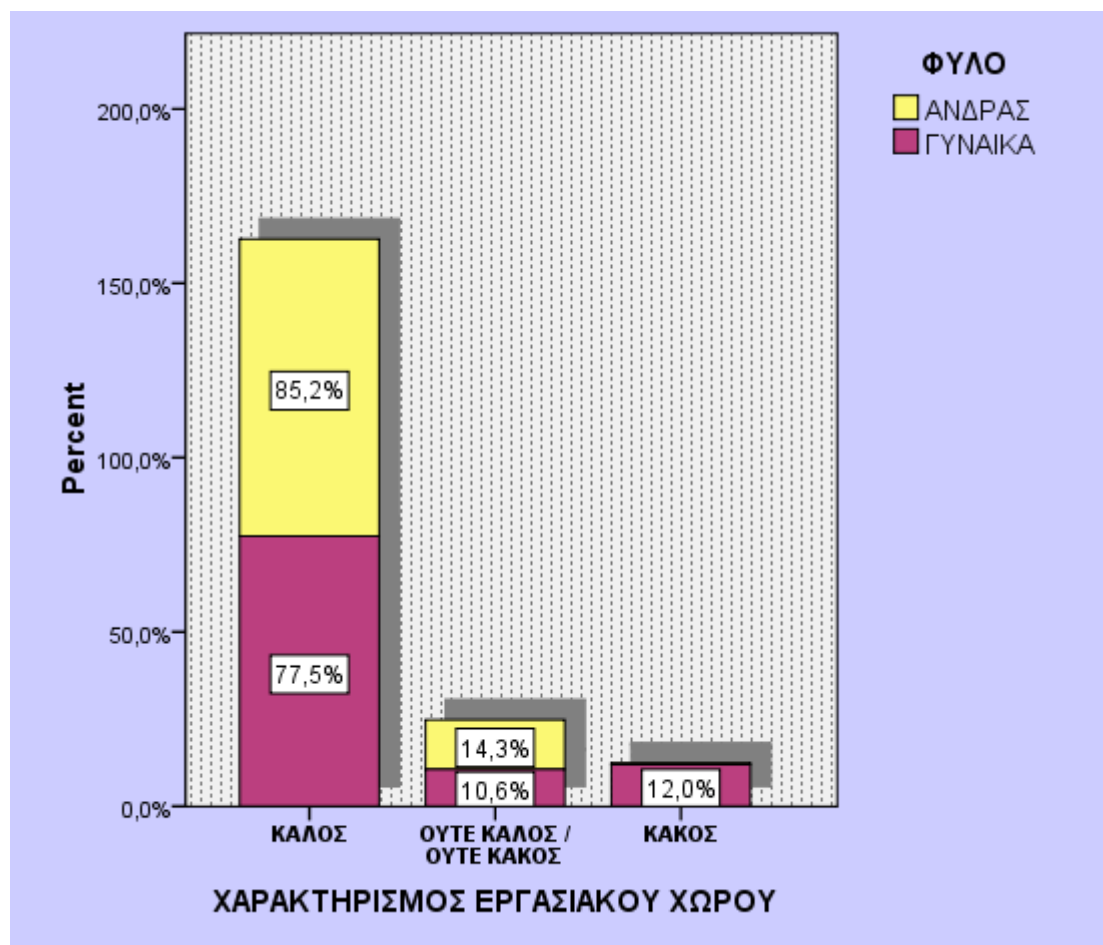
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,306 ^a	2	,002
Likelihood Ratio	18,089	2	,000
Linear-by-Linear Association	7,048	1	,008
N of Valid Cases	225		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,61.

Πίνακας 8. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ των μεταβλητών φύλο και χαρακτηρισμός εργασιακού χώρου.

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,234	,002
	Cramer's V	,234	,002
	N of Valid Cases	225	

Πίνακας 9. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών φύλο και χαρακτηρισμός εργασιακού χώρου.



Σχήμα 2. Χαρακτηρισμός εργασιακού χώρου αναφορικά με το φύλο.

Επίσης, άνδρες και γυναίκες έχουν διαφορετική αίσθηση της **ποιότητας του αέρα** των σχολικών αιθουσών. Έτσι, το 32,8% των γυναικών θεωρεί ότι ο αέρας αυτός δεν είναι καθαρός, σε αντίθεση με το 17% των ανδρών που έχει την ίδια γνώμη (πίνακας 10). Ο έλεγχος της ανεξαρτησίας των μεταβλητών, έδωσε το χ^2 τεστ, στατιστικά, σημαντικό ($\chi^2=7,065$, β.ε.=1, $p=0,008$), γεγονός που υποδηλώνει ότι, το φύλο ενός υπαλλήλου επηρεάζει την άποψη του σχετικά με την αίσθηση της ποιότητας του αέρα των σχολικών αιθουσών (πίνακας 11). Χρησιμοποιώντας τον δείκτη Phi (Phi= -0,177,

$p=0,008$), προκύπτει ότι υπάρχει μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών φύλο και ποιότητα του αέρα, όπως φαίνεται στον πίνακα 12.

			Crosstab		
			Ο ΑΕΡΑΣ ΣΤΙΣ ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΕΙΝΑΙ ΚΑΘΑΡΟΣ		
			OXI	NAI	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	Count	16	78	94
		% within ΦΥΛΟ	17,0%	83,0%	100,0%
	ΓΥΝΑΙΚΑ	Count	43	88	131
		% within ΦΥΛΟ	32,8%	67,2%	100,0%
	Total	Count	59	166	225
		% within ΦΥΛΟ	26,2%	73,8%	100,0%

Πίνακας 10. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών φύλο και ποιότητα του αέρα των σχολικών αιθουσών.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,065 ^a	1	,008	,009	,006
Continuity Correction ^b	6,272	1	,012		
Likelihood Ratio	7,319	1	,007		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	7,034	1	,008		
N of Valid Cases	225				

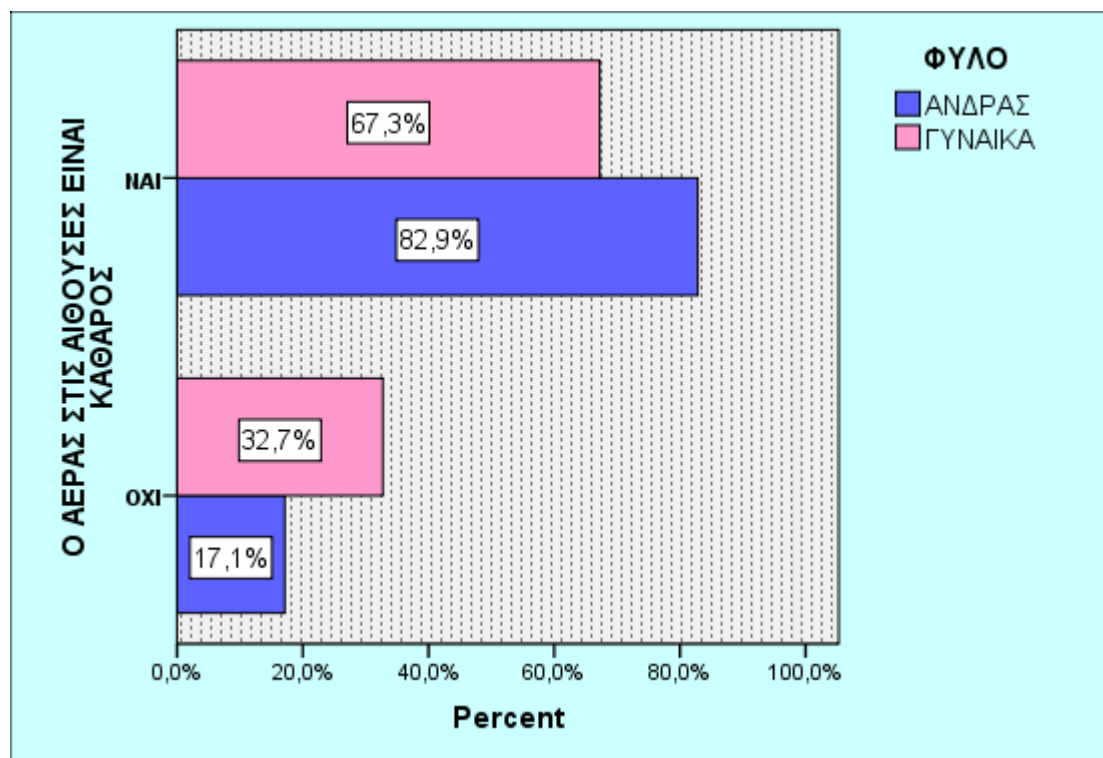
a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 24,65.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 11. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών φύλο και ποιότητα του αέρα των σχολικών αιθουσών.

Symmetric Measures			Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi		-,177	,008
	Cramer's V		,177	,008
	N of Valid Cases		225	

Πίνακας 12. Τα αποτελέσματα του Phi τεστ των μεταβλητών φύλο και ποιότητα του αέρα των σχολικών αιθουσών.



Σχήμα 3. Ποιότητα του αέρα των σχολικών αιθουσών αναφορικά με το φύλο.

Γυναίκες και άνδρες **αισθάνονται κρύο** στις σχολικές μονάδες με διαφορετική συχνότητα (γεγονός που πρέπει ίσως να ερευνηθεί κανείς αν οφείλεται και στις ανατομικές τους διαφορές). Έτσι, 85,1% των ανδρών σπάνια αισθάνεται κρύο μέσα στις σχολικές αίθουσες (και 6,4% συχνά), σε αντίθεση με το 42% των γυναικών που σπάνια κρυώνουν (το 24,4% των γυναικών αισθάνονται κρύο συχνά). Οι δύο μεταβλητές *φύλο* και *αίσθηση κρύου* δεν είναι ανεξάρτητες (το τεστ βρέθηκε στατιστικά σημαντικό, $\chi^2=42,404$, β.ε.=2, $p=0,000$).

Crosstab

			ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ ΚΡΥΩΝΕΤΕ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ			
			ΣΥΧΝΑ	ΟΥΤΕ ΣΥΧΝΑ / ΟΥΤΕ ΣΠΑΝΙΑ	ΣΠΑΝΙΑ	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	Count	6	8	80	94
		% within ΦΥΛΟ	6,4%	8,5%	85,1%	100,0%
	ΓΥΝΑΙΚΑ	Count	32	44	55	131
		% within ΦΥΛΟ	24,4%	33,6%	42,0%	100,0%
	Total	Count	38	52	135	225
		% within ΦΥΛΟ	16,9%	23,1%	60,0%	100,0%

Πίνακας 13. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών φύλο και αίσθηση κρύου.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	42,404 ^a	2	,000
Likelihood Ratio	45,513	2	,000
Linear-by-Linear Association	34,963	1	,000
N of Valid Cases	225		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15,88.

Πίνακας 14. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών φύλο και αίσθηση κρύου.

Μια ανεξήγητη, στατιστική σημαντικά διαφορά παρατηρήθηκε ως προς την **χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού** στα σχολικά κτίρια. Οι γυναίκες χρησιμοποιούν τα ηλεκτρικά φώτα συχνότερα από τους άνδρες (σε ποσοστό 9,2% και 1,1% αντίστοιχα). Ακόμα, το 44,2% των ανδρών χρησιμοποιεί τα φώτα σπάνια, ενώ το ποσοστό αυτό στις γυναίκες κυμαίνεται γύρω στο 28,2% (πίνακας 15).

Crosstab							
		ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ					
		ΠΟΛΥ ΣΥΧΝΑ	ΣΥΧΝΑ	ΟΥΤΕ ΣΥΧΝΑ / ΟΥΤΕ ΣΠΑΝΙΑ	ΣΠΑΝΙΑ	ΠΟΛΥ ΣΠΑΝΙΑ	Total
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ	Count 1	20	21	42	11	95
		% within ΦΥΛΟ 1,1%	21,1%	22,1%	44,2%	11,6%	100,0%
ΓΥΝΑΙΚΑ		Count 12	31	39	37	12	131
		% within ΦΥΛΟ 9,2%	23,7%	29,8%	28,2%	9,2%	100,0%
Total		Count 13	51	60	79	23	226
		% within ΦΥΛΟ 5,8%	22,6%	26,5%	35,0%	10,2%	100,0%

Πίνακας 15. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών φύλο και χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού.

Από τον χ^2 έλεγχο ανεξαρτησίας προέκυψε ότι οι μεταβλητές (φύλο και χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού) δεν είναι ανεξάρτητες. Το τεστ είναι σημαντικό ($\chi^2=12,010$,

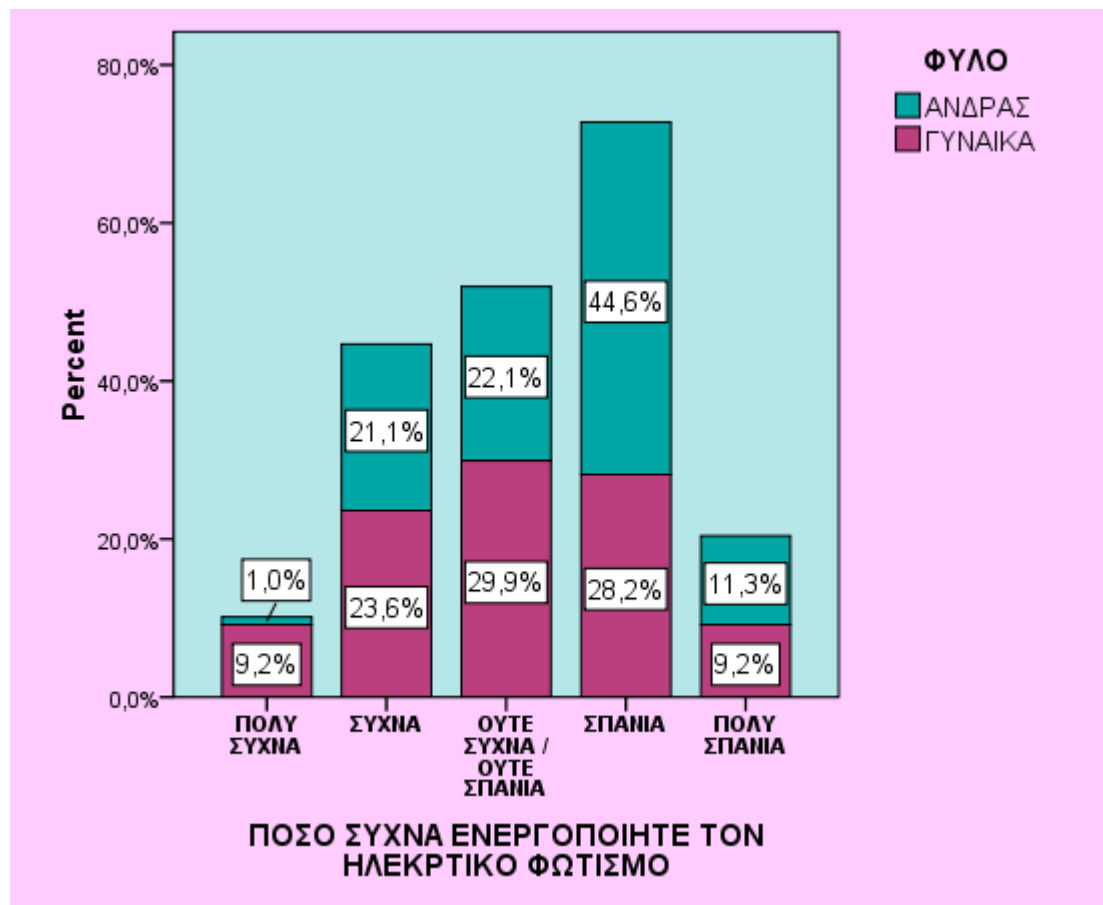
β.ε.=4, $p=0,017$), γεγονός που δηλώνει ότι υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι το φύλο ενός υπαλλήλου επηρεάζει τη χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού στα σχολικά κτίρια (πίνακας 16).

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,010 ^a	4	,017
Likelihood Ratio	13,447	4	,009
Linear-by-Linear Association	7,376	1	,007
N of Valid Cases	226		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,46.

Πίνακας 16. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών φύλο και χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού.



Σχήμα 4. Χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού αναφορικά με το φύλο.

4.2 Βαθμός εργασίας

Προτού παρουσιαστούν τα αποτελέσματα του δεύτερου παράγοντα, είναι απαραίτητο να αναφερθεί, ότι για να γίνει η στατιστική ανάλυση ορίστηκε μια νέα μεταβλητή. Η μεταβλητή αυτή έχει να κάνει με τη θέση των εργαζομένων στις σχολικές μονάδες και παίρνει τις τιμές διευθυντικό προσωπικό ή μη-διευθυντικό προσωπικό.

Από την επεξεργασία των δεδομένων, δεν προέκυψε καμιά (στατιστικά) σημαντική διαφορά ως προς το **δεύτερο παράγοντα**, που αφορά το βαθμό εργασίας των εργαζομένων στα σχολεία. Ο έλεγχος της ανεξαρτησίας των μεταβλητών, έδωσε το χ^2 τεστ, μη σημαντικό, γεγονός που φανερώνει ότι, ο βαθμός εργασίας των εργαζομένων δεν επηρεάζει τις απόψεις τους σχετικά με τα ερωτήματα που τους τέθηκαν.

Συνεχίζοντας, δίνουμε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης σχετικά το βαθμό εργασίας των εργαζομένων στα σχολεία, που παρουσίασαν ενδιαφέρον. Από τον πίνακα 1 παρατηρούμε ότι, η άποψη των εργαζομένων όσον αφορά **αν πρέπει να εξαιρεθούν από την οδηγία κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία**, δε φάνηκε να επηρεάζεται από θέση των εργαζομένων στα σχολεία αφού το χ^2 τεστ δεν προέκυψε σημαντικό ($\chi^2=2,008$ β.ε.=1, $p=0,156$). Επομένως οι παραπάνω δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,008 ^a	1	,156	,244	,130
Continuity Correction ^b	1,269	1	,260		
Likelihood Ratio	1,985	1	,159		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	1,997	1	,158		
N of Valid Cases	187				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,56.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 1. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών βαθμός εργασίας και εξαίρεση από την οδηγία αρχιτεκτονικών/ιστορικών κτιρίων ή μνημείων.

Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα που προέκυψαν αναφορικά με το αντικείμενο εργασίας και το αν οι εργαζόμενοι γνωρίζουν ότι **πρέπει να υπάρχει τακτική ενεργειακή πιστοποίηση στα δημόσια κτίρια** (δείτε πίνακα 2). Ο έλεγχος της

ανεξαρτησίας των μεταβλητών, δεν έδωσε το χ^2 τεστ, στατιστικά, σημαντικό ($\chi^2=0,008$, β.ε.=1, $p=0,929$), γεγονός που υποδηλώνει ότι, το αντικείμενο εργασίας ενός υπαλλήλου δεν επηρεάζει τη γνώση του σχετικά με το αν πρέπει να υπάρχει τακτική ενεργειακή πιστοποίηση στα δημόσια κτίρια.

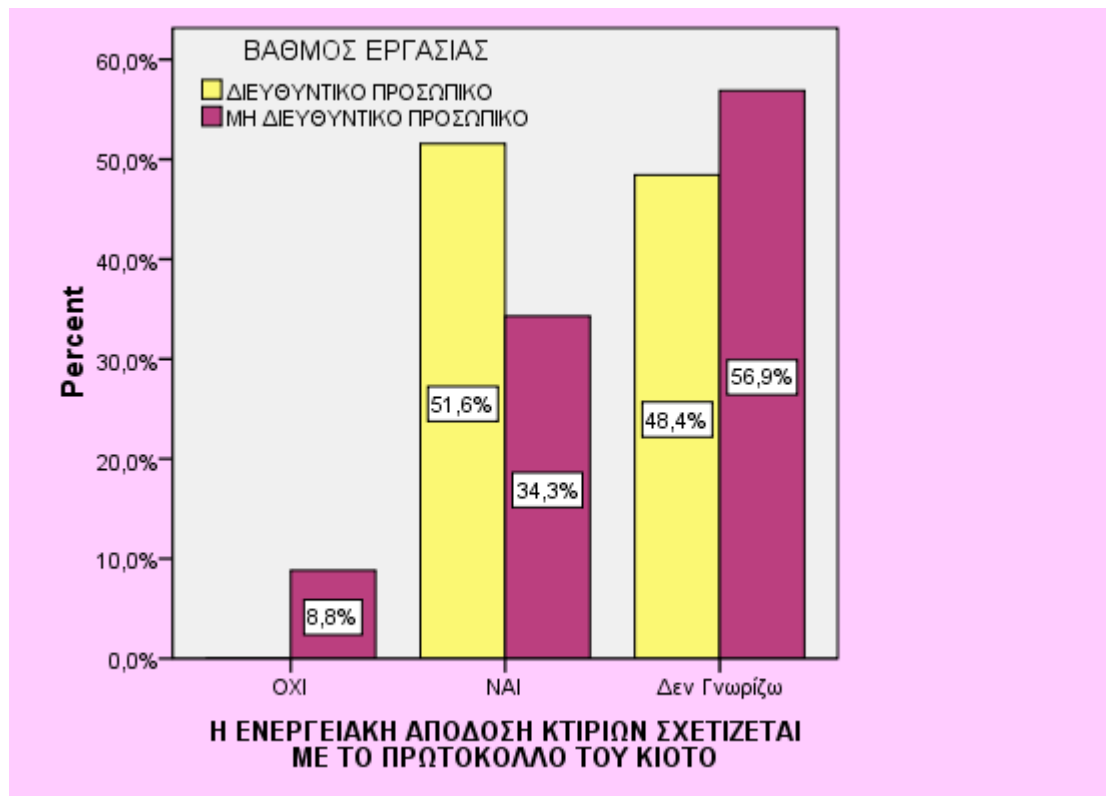
Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,008 ^a	1	,929	1,000	,587
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,008	1	,929		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	,008	1	,930		
N of Valid Cases	201				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,15.

b. Computed only for a 2x2 table

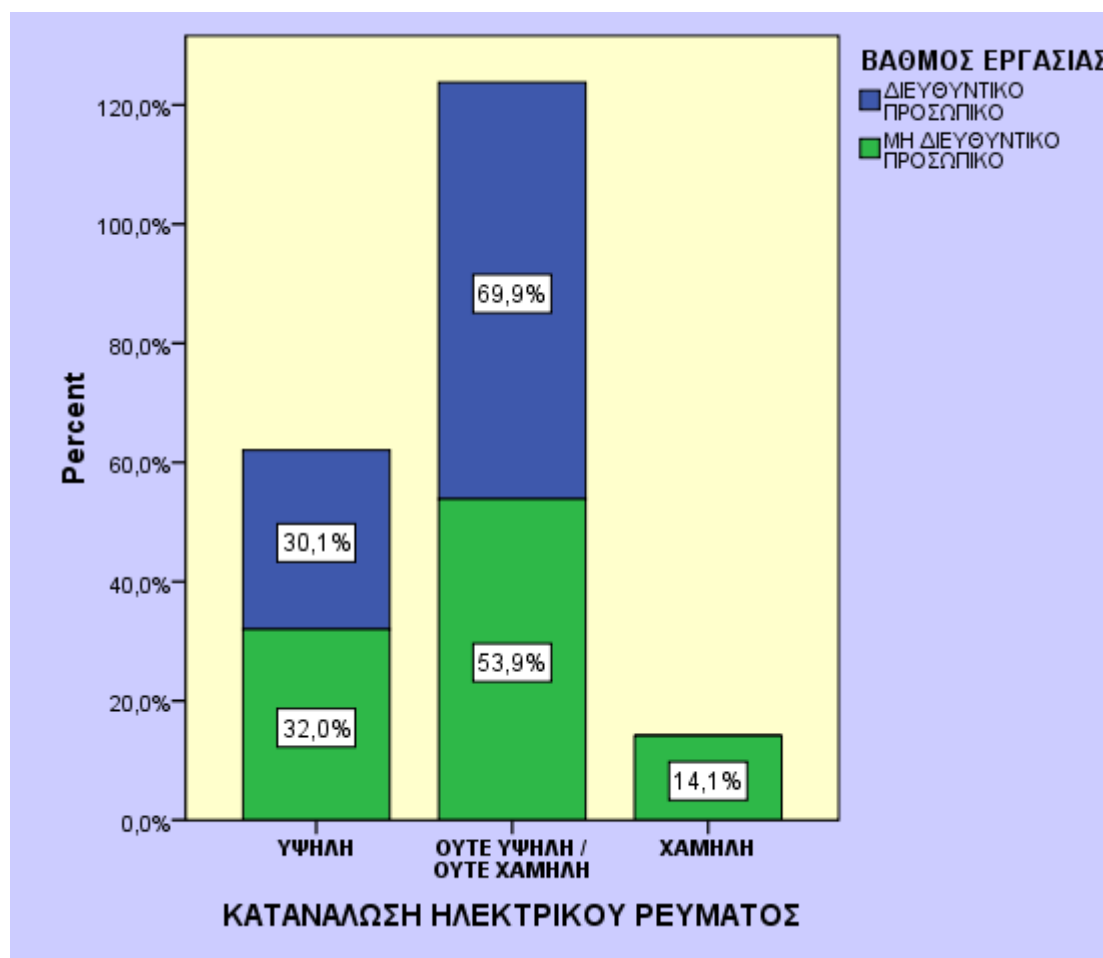
Πίνακας 2. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών βαθμός εργασίας και αν πρέπει να υπάρχει τακτική ενεργειακή πιστοποίηση στα δημόσια κτίρια.



Σχήμα 1. Αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο αναφορικά με το βαθμό εργασίας.

Στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 1) παρατηρούμε ότι το μη-διευθυντικό προσωπικό στην ερώτηση αν **η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο** απάντησε «όχι», «ναι» και «δεν γνωρίζω» σε ποσοστό 8,8%, 34,3% και 56,9% αντίστοιχα. Στην ίδια ερώτηση το διευθυντικό προσωπικό απάντησε «ναι» και «δεν γνωρίζω» σε ποσοστό 51,6% και 48,4% αντίστοιχα. Αξιοσημείωτο ήταν το εύρημα ότι κανείς από το διευθυντικό προσωπικό, στην ερώτηση αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο, δεν απάντησε «όχι».

Καθώς παρατηρούμε το σχήμα 2 διαπιστώνουμε, ότι το 32% των υπαλλήλων του μη-διευθυντικού προσωπικού χαρακτήρισε τη **κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος** υψηλή και το 53,9% τη χαρακτήρισε μέτρια. Μόνο το 14,1% του μη-διευθυντικού προσωπικού χαρακτήρισε τη κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλή. Συνεχίζοντας, βλέπουμε ότι οι περισσότεροι (69,9%) απ' όσους εργάζονται ως διευθυντικό προσωπικό χαρακτήρισε τη κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος μέτρια και το 30,1% τη χαρακτήρισε υψηλή. Εκείνο που εντυπωσιάζει είναι το γεγονός ότι κανείς από το διευθυντικό προσωπικό δεν χαρακτήρισε τη κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλή.



Σχήμα 2. Κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος αναφορικά με το βαθμό εργασίας.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων για τον δεύτερο παράγοντα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση του παρακάτω πίνακα συνάφειας των μεταβλητών *βαθμός εργασίας* και *προβλήματα υγείας* (πίνακας 3). Συγκεκριμένα το 74,8% των υπαλλήλων του μη-διευθυντικού προσωπικού απάντησε «όχι» στην ερώτηση σχετικά με το αν υπάρχουν προβλήματα υγείας τα οποία εξαφανίζονται μετά την απομάκρυνση από το κτίριο και το 25,2% απάντησε «ναι». Όσον αφορά τώρα τους υπαλλήλους που ανήκουν στο διευθυντικό προσωπικό, απάντησαν όλοι «όχι» στην παραπάνω ερώτηση.

Crosstab			ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΞΑΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ		
			ΟΧΙ	ΝΑΙ	Total
ΒΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	Count	12	0	12
		% within ΒΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	100,0%	,0%	100,0%
	ΜΗ ΔΙΕΥΘΥΝΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	Count	80	27	107
		% within ΒΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	74,8%	25,2%	100,0%
	Total	Count	92	27	119
		% within ΒΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	77,3%	22,7%	100,0%

Πίνακας 3. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών *βαθμός εργασίας* και *προβλήματα υγείας*.

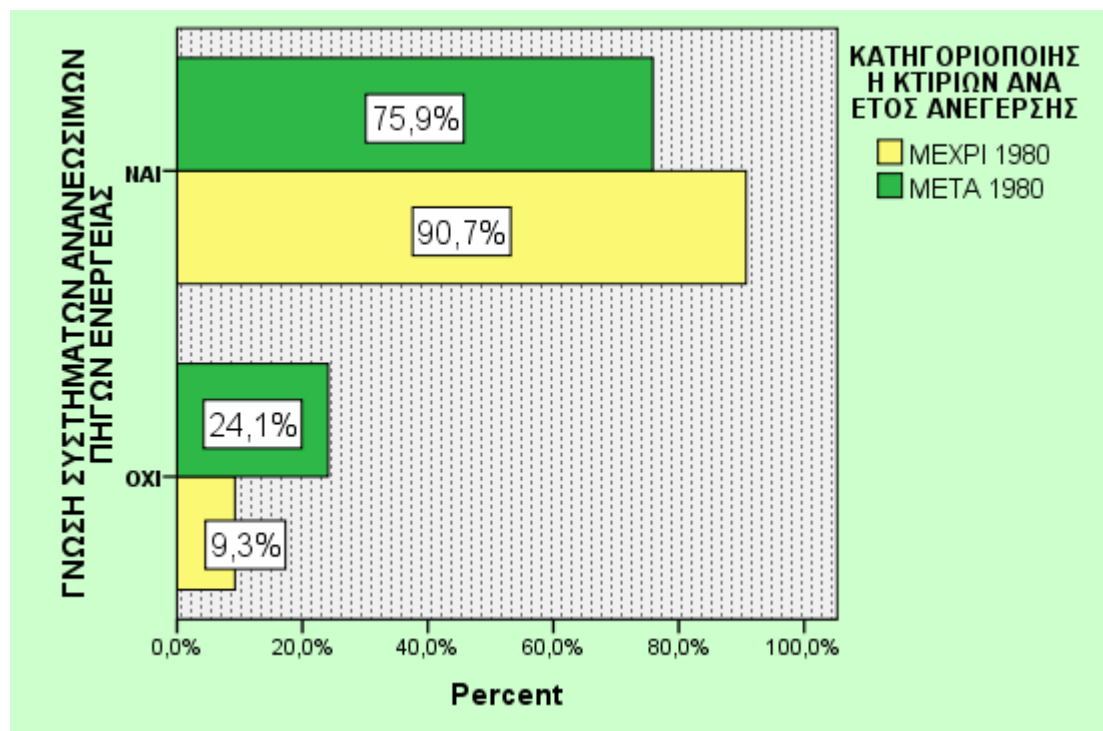
4.3 Έτος ανέγερσης

Για να γίνει η στατιστική ανάλυση του τρίτου παράγοντα, κρίθηκε απαραίτητη η εισαγωγή μιας νέας μεταβλητής. Πρόκειται για το έτος ανέγερσης των σχολικών μονάδων με τις τιμές : μέχρι το 1980 ή μετά το 1980.

Για τα αποτελέσματα του τρίτου παράγοντα, αρχικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι (πίνακας 1) το 90,7% των εργαζόμενων σε σχολεία που κτίστηκαν μέχρι το 1980 και το 75,9% των εργαζόμενων σε σχολεία που κτίστηκαν μετά το 1980, **γνωρίζουν τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των σχολικών μονάδων.

Crosstab			ΓΝΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
			ΟΧΙ	ΝΑΙ	Total
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ	ΜΕΧΡΙ 1980	Count % within ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ	14 9,3%	136 90,7%	150 100,0%
	ΜΕΤΑ 1980	Count % within ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ	13 24,1%	41 75,9%	54 100,0%
	Total	Count % within ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ	27 13,2%	177 86,8%	204 100,0%

Πίνακας 1. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών έτος ανέγερσης και γνώση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.



Σχήμα 1. Γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφορικά με το έτος ανέγερσης.

Οι δύο αυτές μεταβλητές (έτος ανέγερσης και γνώση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας), μετά από χ^2 έλεγχο ανεξαρτησίας που έγινε, προέκυψε ότι δεν είναι ανεξάρτητες (τεστ σημαντικό, $\chi^2=7,513$, β.ε.=1, $p=0,006$, πίνακας 2). Το γεγονός αυτό δηλώνει ότι η γνώση του εργαζόμενου σχετικά με τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επηρεάζεται από το έτος ανέγερσης της σχολικής μονάδας στην οποία εργάζεται. Αφού οι μεταβλητές δεν είναι ανεξάρτητες, προχωρώντας στον Phi έλεγχο συσχέτισης βλέπουμε ότι μεταξύ των μεταβλητών υπάρχει μέτρια αρνητική συσχέτιση (Phi= -0,192, $p=0,006$, πίνακας 3).

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,513 ^a	1	,006	,010	,008
Continuity Correction ^b	6,284	1	,012		
Likelihood Ratio	6,797	1	,009		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	7,476	1	,006		
N of Valid Cases	204				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,15.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 2. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και γνώση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

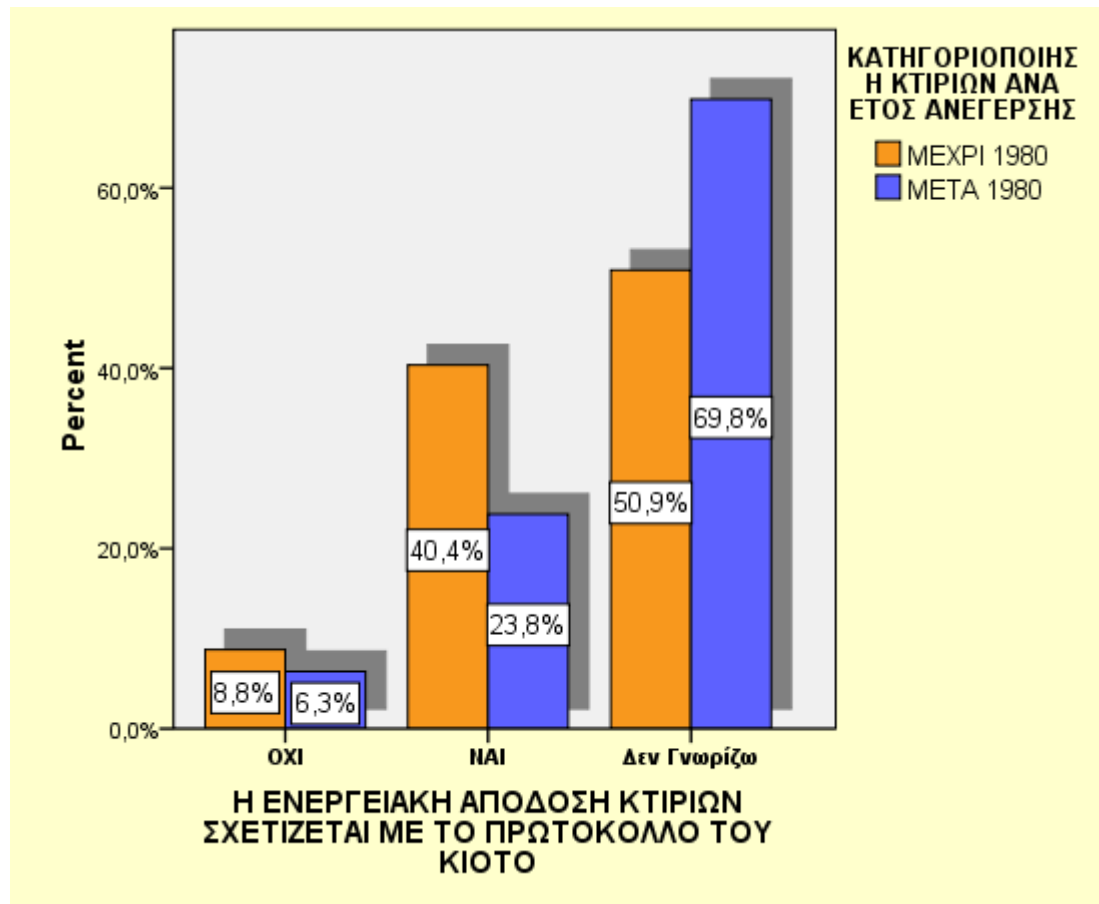
Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	-,192	,006
	Cramer's V	,192	,006
	N of Valid Cases	204	

Πίνακας 3. Τα αποτελέσματα του Phi τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και γνώση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αναφορικά με το έτος ανέγερσης της σχολικής μονάδας και αν οι εργαζόμενοι γνωρίζουν ότι **η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο**, ήταν ανάλογα (δείτε σχήμα 2). Ο έλεγχος της ανεξαρτησίας των μεταβλητών, έδωσε το χ^2 τεστ, στατιστικά, σημαντικό ($\chi^2=6,328$ β.ε.=2, $p=0,042$), γεγονός που υποδηλώνει ότι, η άποψη του εργαζομένου

σχετικά με το αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο επηρεάζεται από έτος ανέγερσης της σχολικής μονάδας στην οποία εργάζεται (πίνακας 4). Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης Cramer's V παρουσιάζει μικρή θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο (Cramer's $V=0,171$, $p=0,042$, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5).



Σχήμα 2. Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο αναφορικά με το βαθμό εργασίας.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,328 ^a	2	,042
Likelihood Ratio	6,517	2	,038
Linear-by-Linear Association	4,515	1	,034
N of Valid Cases	217		

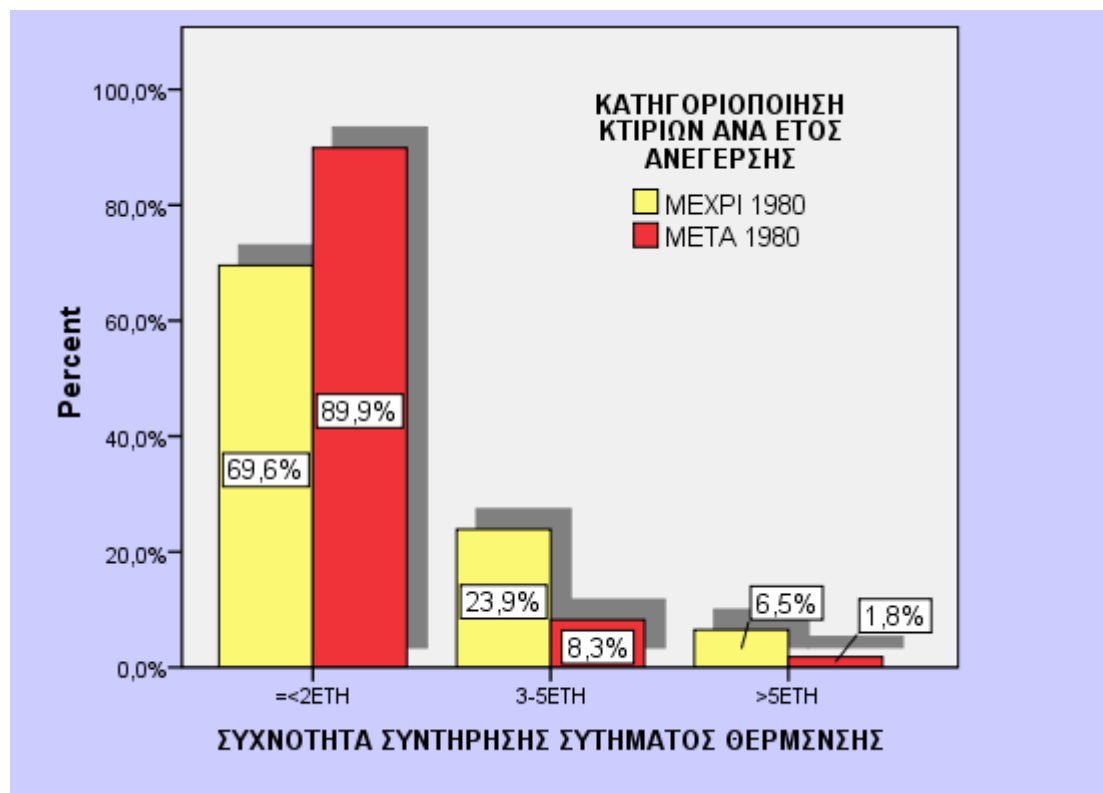
a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,89.

Πίνακας 4. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο.

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,171	,042
	Cramer's V	,171	,042
	N of Valid Cases	217	

Πίνακας 5. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο.

Συνεχίζοντας, από σχήμα 3 βλέπουμε ότι το 69,6% των σχολείων που κτίστηκαν μέχρι το 1980 και το 89,9% των σχολείων που κτίστηκαν μετά το 1980, συντηρούν το σύστημα θέρμανσης το πολύ κάθε δύο χρόνια. Για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας των μεταβλητών, έτος ανέγερσης και **συχνότητα συντήρησης συστήματος θέρμανσης**, εφαρμόστηκε το χ^2 τεστ, τα αποτελέσματα του οποίου φαίνονται στον πίνακα 6. Προέκυψε ότι οι μεταβλητές δεν είναι ανεξάρτητες, αφού το τεστ βρέθηκε στατιστικά σημαντικό ($\chi^2=7,743$, β.ε.=2, $p=0,021$). Αυτό υποδηλώνει ότι η συχνότητα συντήρησης του συστήματος θέρμανσης της σχολικής μονάδας επηρεάζεται από έτος ανέγερσης της. Μελετώντας τον δείκτη συσχέτισης Cramer's V (πίνακας 7), σε αυτή την περίπτωση, προέκυψε ότι μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών υπάρχει μικρή θετική συσχέτιση (Cramer's $V=0,209$, $p=0,021$).



Σχήμα 3. Συχνότητα συντήρησης συστήματος θέρμανσης αναφορικά με έτος ανέγερσης.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,743 ^a	2	,021
Likelihood Ratio	8,778	2	,012
Linear-by-Linear Association	6,769	1	,009
N of Valid Cases	177		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,54.

Πίνακας 6. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και συχνότητα συντήρησης συστήματος θέρμανσης.

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,209	,021
	Cramer's V	,209	,021
	N of Valid Cases	177	

Πίνακας 7. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και συχνότητα συντήρησης συστήματος θέρμανσης.

Οι απόψεις των υπαλλήλων σχετικά με την **κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος**, δε φάνηκε να επηρεάζεται από το έτος ανέγερσης της σχολικής μονάδας στην οποία εργάζονται, αφού το X^2 τεστ δεν προέκυψε σημαντικό ($x^2=1,451$, β.ε.=2, $p=0,484$). Στη συνέχεια ακολουθεί πίνακας με τα αποτελέσματα του τεστ .

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,451 ^a	2	,484
Likelihood Ratio	1,550	2	,461
Linear-by-Linear Association	1,338	1	,247
N of Valid Cases	156		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,94.

Πίνακας 8. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

Ανάλογο είναι το συμπέρασμα και σχετικά με το αν το έτος ανέγερσης της σχολικής μονάδας επηρεάζει τις απόψεις των υπαλλήλων σχετικά με τον **χαρακτηρισμό του**

εργασιακού τους χώρου (μη σημαντικό το X^2 τεστ, $x^2=1,969$, β.ε.=2, $p=0,374$). Τα αποτελέσματα του τεστ φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα 9 που ακολουθεί.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,969 ^a	2	,374
Likelihood Ratio	2,276	2	,321
Linear-by-Linear Association	1,197	1	,274
N of Valid Cases	225		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,41.

Πίνακας 9. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και χαρακτηρισμός εργασιακού χώρου.

Τελειώνοντας τον παράγοντα αυτό, από τον X^2 έλεγχο ανεξαρτησίας μεταξύ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και **εξαίρεση από την οδηγία αρχιτεκτονικών/ιστορικών κτιρίων ή μνημείων**, προέκυψε ότι είναι ανεξάρτητες. (δείτε και σχήμα 4). Το X^2 τεστ και στην περίπτωση αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντικό ($x^2=0,499$, β.ε.=1, $p=0,480$), εύρημα που φανερώνει ότι η άποψη του εργαζομένου σχετικά με το αν πρέπει να εξαιρεθούν από την οδηγία κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία δεν επηρεάζεται από έτος ανέγερσης της σχολικής μονάδας στην οποία εργάζεται (πίνακας 10).

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,499 ^a	1	,480	,511	,293
Continuity Correction ^b	,293	1	,589		
Likelihood Ratio	,496	1	,481		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	,496	1	,481		
N of Valid Cases	198				

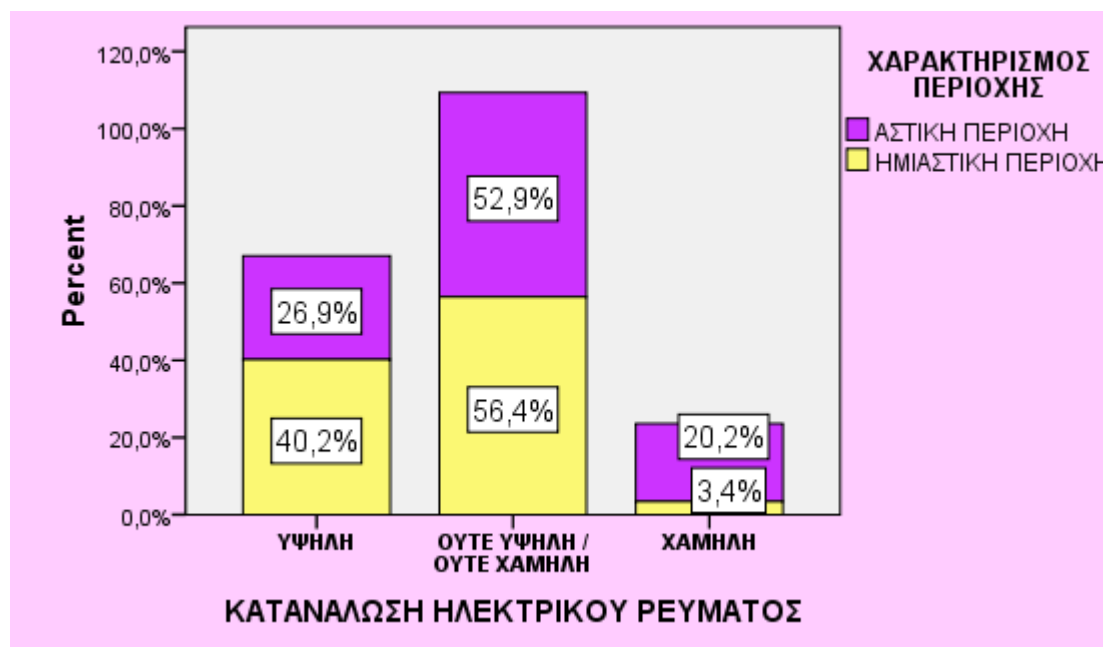
a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 20,86.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 10. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ των μεταβλητών έτος ανέγερσης και εξαίρεση από την οδηγία αρχιτεκτονικών/ιστορικών κτιρίων ή μνημείων.

4.4 Χαρακτηρισμός περιοχής

Αναφορικά με περιοχή που βρίσκεται η σχολική μονάδα, πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα. Εδώ, το 40,2% των εργαζόμενων σε σχολεία ημιαστικών περιοχών θεωρεί ότι η **κατανάλωση ηλεκτρικού** εκεί είναι υψηλή, σε αντίθεση με το 26,9% αυτών που εργάζονται σε σχολεία αστικών περιοχών που έχουν την ίδια γνώμη. Δηλαδή, η κατανάλωση ηλεκτρικού εξαρτάται από την περιοχή στην οποία βρίσκεται το σχολείο. Ο έλεγχος ανεξαρτησίας σε αυτή την περίπτωση έδωσε το χ^2 τεστ στατιστικά σημαντικό ($\chi^2=8,854$, β.ε.=2, $p=0,012$). Αφού οι μεταβλητές *περιοχή* και *κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος* δεν είναι ανεξάρτητες, προχωρώντας στον έλεγχο συσχέτισης βλέπουμε ότι υπάρχει μέτρια θετική συσχέτιση (Cramer's $V=0,236$, $p=0,012$). Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των τεστ.



Σχήμα 1. Κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος αναφορικά με την περιοχή.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,854 ^a	2	,012
Likelihood Ratio	10,455	2	,005
Linear-by-Linear Association	7,295	1	,007
N of Valid Cases	159		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,96.

Πίνακας 1. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος*.

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,236	,012
	Cramer's V	,236	,012
	N of Valid Cases	159	

Πίνακας 2. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

Ακόμα, διαφοροποίηση (στατιστικά σημαντική) υπάρχει και ως προς το αν **στις σχολικές αίθουσες υπάρχει αρκετό ηλιακό φως**. Στα σχολεία των αστικών περιοχών, οι εργαζόμενοι σε ποσοστό 4,5% πιστεύουν ότι δεν υπάρχει αρκετό ηλιακό φως στις αίθουσες, σε αντίθεση με το 18,9% των σχολείων των ημιαστικών περιοχών που πιστεύουν το ίδιο (πίνακας 3). Γεγονός μη αναμενόμενο, αφού περιμένει κανείς τα δεύτερα, χτισμένα έξω από τα αστικά κέντρα, να έχουν περισσότερο ηλιακό φως.

Crosstab

			ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΡΚΕΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΦΩΣ ΣΤΗΝ ΑΙΘΟΥΣΑ		
			OXI	NAI	Total
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Count	6	127	133
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	4,5%	95,5%	100,0%
	ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Count	17	73	90
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	18,9%	81,1%	100,0%
	Total	Count	23	200	223
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	10,3%	89,7%	100,0%

Πίνακας 3. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και επάρκεια ηλιακού φωτός στις σχολικές αίθουσες.

Το X^2 τεστ (πίνακας 4) και στην περίπτωση αυτή προέκυψε σημαντικό ($x^2= 11,995$, β.ε.=1, $p=0,001$), εύρημα που υποδηλώνει ότι η περιοχή που βρίσκεται η σχολική μονάδα επηρεάζει την άποψη των εργαζομένων σχετικά με το υπάρχει αρκετό ηλιακό φως στις σχολικές αίθουσες. Χρησιμοποιώντας Phi τεστ (Phi= -0,232, $p= 0,001$ όπως φαίνεται στον πίνακα 5), προκύπτει ότι υπάρχει μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *επάρκεια ηλιακού φωτός στις σχολικές αίθουσες*.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	11,995 ^a	1	,001	,001	,001
Continuity Correction ^b	10,491	1	,001		
Likelihood Ratio	11,901	1	,001		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	11,942	1	,001		
N of Valid Cases	223				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,28.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 4. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *επάρκεια ηλιακού φωτός στις σχολικές αίθουσες*.

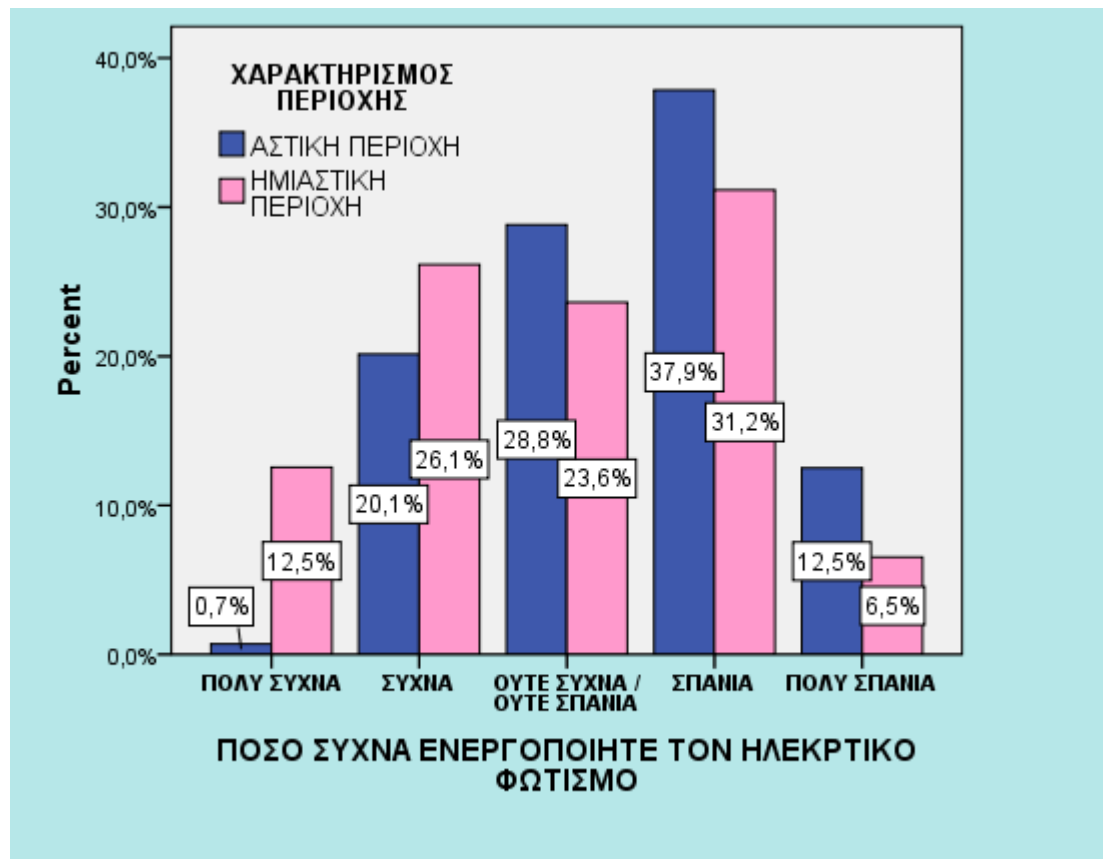
Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	-,232	,001
	Cramer's V	,232	,001
	N of Valid Cases	223	

Πίνακας 5. Τα αποτελέσματα του Phi τεστ των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *επάρκεια ηλιακού φωτός στις σχολικές αίθουσες*.

Επίσης κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο, είναι η **συχνότητα της χρήσης του ηλεκτρικού ρεύματος** (φώτα), στα σχολεία των αστικών και ημιαστικών περιοχών. Έτσι, στα πρώτα ποσοστό 0,7% των εργαζόμενων τα χρησιμοποιεί πολύ συχνά, σε αντίθεση με τους συναδέλφους τους στις ημιαστικές περιοχές που τα χρησιμοποιούν (πολύ συχνά) σε ποσοστό 12,5% (σχήμα 2). Από τον έλεγχο της ανεξαρτησίας τους

(πίνακας 6), το χ^2 τεστ προέκυψε σημαντικό ($\chi^2= 18,081$, β.ε.=4, $p=0,001$). Υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι, η περιοχή της σχολικής μονάδας επηρεάζει τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος (φώτα) από τους εργαζόμενους. Πιο συγκεκριμένα ο δείκτης Cramer's V έδειξε μέτρια θετική συσχέτιση (Cramer's $V=0,283$, $p=0,001$) μεταξύ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος (πίνακας 7).



Σχήμα 2. Χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος (φώτα) αναφορικά με την περιοχή της σχολικής μονάδας.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,081 ^a	4	,001
Likelihood Ratio	19,481	4	,001
Linear-by-Linear Association	11,153	1	,001
N of Valid Cases	226		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,35.

Πίνακας 6. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος (φώτα) από τους εργαζόμενους.

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,283	,001
	Cramer's V	,283	,001
	N of Valid Cases	226	

Πίνακας 7. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος (φώτα) από τους εργαζόμενους.

Ένα γεγονός που, ήταν αναμενόμενο είναι το ότι οι εργαζόμενοι στα σχολεία των αστικών περιοχών ήσαν περισσότερο **ενημερωμένοι αναφορικά με την οδηγία 2009/91/EK**, σε σχέση με τους συναδέλφους τους στα σχολεία των ημιαστικών περιοχών (ποσοστά 11,9% και 4,5% αντίστοιχα, πίνακας 8). Όμως το X^2 τεστ δεν προέκυψε σημαντικό ($\chi^2=3,469$, β.ε.=1, $p=0,063$), συνεπώς δεν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι η ενημέρωση των εργαζομένων αναφορικά με την οδηγία 2009/91/EK επηρεάζεται από την περιοχή που βρίσκεται η σχολικής μονάδας. Τα αποτελέσματα του X^2 τεστ παρουσιάζονται στον πίνακα 9 που ακολουθεί.

Crosstab

			ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/EK		
			OXI	NAI	Total
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Count	111	15	126
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	88,1%	11,9%	100,0%
	ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Count	84	4	88
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	95,5%	4,5%	100,0%
	Total	Count	195	19	214
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	91,1%	8,9%	100,0%

Πίνακας 8. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και αν οι εργαζόμενοι έχουν ενημερωθεί για την οδηγία 2009/91/EK.

Chi-Square Tests

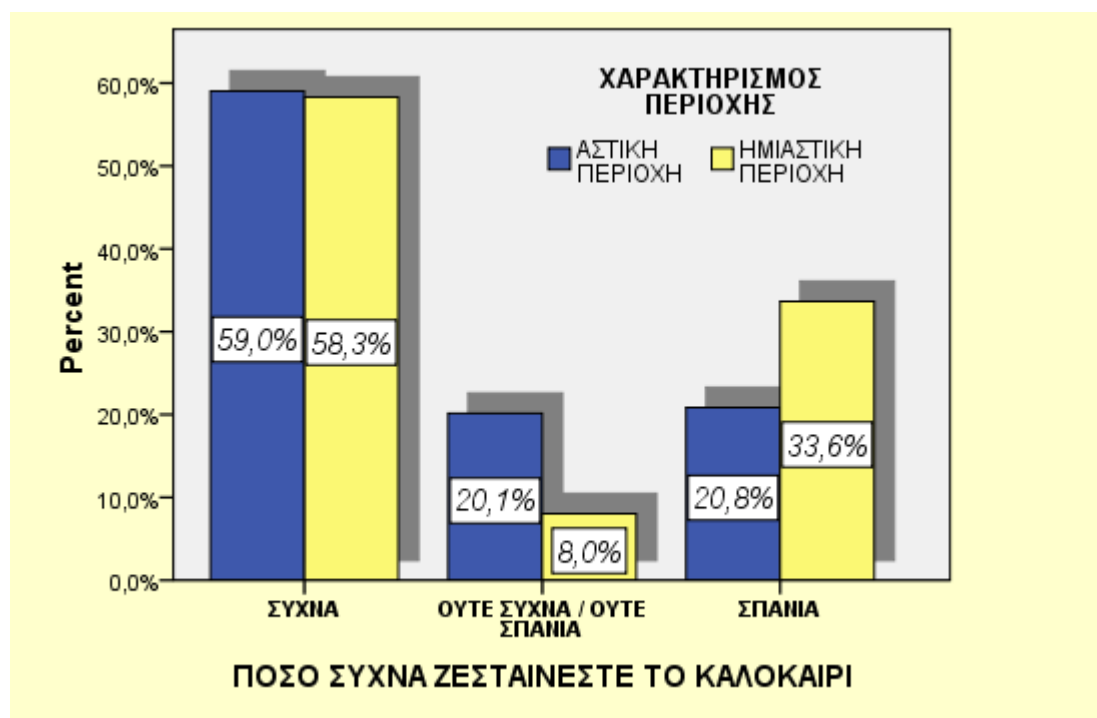
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,469 ^a	1	,063		
Continuity Correction ^b	2,619	1	,106		
Likelihood Ratio	3,750	1	,053		
Fisher's Exact Test				,086	,049
Linear-by-Linear Association	3,452	1	,063		
N of Valid Cases	214				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,81.

b. Computed only for a 2x2 table

Πίνακας 9. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και αν οι εργαζόμενοι έχουν ενημερωθεί για την οδηγία 2009/91/ΕΚ.

Συνεχίζοντας, οι εργαζόμενοι στα σχολεία των αστικών περιοχών, σε ποσοστό 20,8% **αισθάνονται ζέστη κατά την διάρκεια του καλοκαιριού** σπάνια, ενώ το 33,6% αυτών που εργάζονται σε σχολεία ημιαστικών περιοχών που έχουν την ίδια γνώμη (σχήμα 3). Γεγονός που αναμενόταν, αφού η αίσθηση της ζέστης στα αστικά κέντρα κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών είναι εντονότερη.



Σχήμα 3. Αίσθημα ζέστης το καλοκαίρι αναφορικά με την περιοχή σχολικής μονάδας.

Εξετάζοντας την ανεξαρτησία των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *αίσθημα ζέστης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού*, προέκυψε ότι το χ^2 τεστ είναι σημαντικό ($\chi^2=9,126$, β.ε.=2, $p=0,010$). Συνεπώς υπάρχει σημαντική εξάρτηση μεταξύ των δύο μεταβλητών όπως φαίνεται αναλυτικά στον πίνακα 10. Από το αποτέλεσμα συμπεραίνουμε ότι, οι απόψεις των εργαζομένων σχετικά με το αν αισθάνονται ζέστη κατά την διάρκεια του καλοκαιριού επηρεάζονται από την περιοχή της σχολικής μονάδας στην οποία εργάζονται. Μελετώντας τον δείκτη Cramer's V (πίνακας 11), σε αυτή την περίπτωση, προέκυψε ότι μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών υπάρχει μικρή θετική συσχέτιση (Cramer's $V=0,201$, $p=0,010$).

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,126 ^a	2	,010
Likelihood Ratio	9,588	2	,008
Linear-by-Linear Association	1,248	1	,264
N of Valid Cases	226		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,84.

Πίνακας 10. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *αίσθημα ζέστης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού*.

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,201	,010
	Cramer's V	,201	,010
	N of Valid Cases	226	

Πίνακας 11. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών *περιοχή σχολικής μονάδας* και *αίσθημα ζέστης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού*.

Τέλος, από τον πίνακα 12 βλέπουμε ότι το 46,5% των εργαζόμενων σε σχολεία αστικών περιοχών γνωρίζει ότι **η ενεργειακή απόδοση κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο**, σε αντίθεση με το 21,1% αυτών που εργάζονται σε σχολεία ημιαστικών περιοχών που έχουν την ίδια γνώμη. Από τον έλεγχο της ανεξαρτησίας τους, το χ^2 τεστ προέκυψε σημαντικό ($\chi^2=16,776$ β.ε.=2, $p=0,000$, πίνακας 13), δηλαδή αν ένας εργαζόμενος γνωρίζει ή όχι ότι η ενεργειακή απόδοση κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο φάνηκε να επηρεάζεται από τη περιοχή της σχολικής μονάδας την οποία εργάζεται. Γεγονός που επιβεβαιώνεται αφού από την

εφαρμογή του Cramer's V τεστ, (Cramer's V=0,278, p=0,000) προκύπτει ότι υπάρχει μικρή θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών(πίνακας 14).

Crosstab

			Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ			
			ΟΧΙ	ΝΑΙ	Δεν Γνωρίζω	Total
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Count	6	59	62	127
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	4,7%	46,5%	48,8%	100,0%
	ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Count	12	19	59	90
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	13,3%	21,1%	65,6%	100,0%
	Total	Count	18	78	121	217
		% within ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	8,3%	35,9%	55,8%	100,0%

Πίνακας 12. Ο πίνακας συνάφειας των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και αν οι εργαζόμενοι γνωρίζουν ότι η ενεργειακή απόδοση κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,766 ^a	2	,000
Likelihood Ratio	17,296	2	,000
Linear-by-Linear Association	,834	1	,361
N of Valid Cases	217		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,47.

Πίνακας 13. Τα αποτελέσματα του χ^2 τεστ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και αν οι εργαζόμενοι γνωρίζουν ότι η ενεργειακή απόδοση κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο.

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,278	,000
	Cramer's V	,278	,000
	N of Valid Cases	217	

Πίνακας 14. Τα αποτελέσματα του Cramer's V τεστ των μεταβλητών περιοχή σχολικής μονάδας και αν οι εργαζόμενοι γνωρίζουν ότι η ενεργειακή απόδοση κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο.

5 Συμπεράσματα

Σε αυτή τη διατριβή έγινε για πρώτη φορά καταγραφή του επίπεδου διάχυσης γνώσης των σχολείων του δήμου Χανίων σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθώς και η βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια αυτά.

Η έρευνά πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια ειδικά διαμορφωμένου ερωτηματολογίου, οργανωμένου κατά τα πρότυπα ενός ερευνητικού ημερολογίου. Η στατιστική ανάλυση βασίστηκε κύρια στην σύγκριση κατηγορικών δηλαδή μεταβλητών, οπότε βασικό εργαλείο της ήταν ο χ^2 έλεγχος ανεξαρτησίας. Ενώ για την ανάλυση και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή λογισμικού SPSS v.16.

Παράλληλα παρουσιάστηκαν, αναλυτικά, ο χ^2 έλεγχος ανεξαρτησίας καθώς και άλλα στατιστικά-συναρτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή. Επίσης δόθηκε το περιεχόμενο της οδηγίας 2002/91/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Η επεξεργασία και στατιστική ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα :

- Τα αποτελέσματα ως προς τα γενικά χαρακτηριστικά των σχολικών κτιρίων του δήμου Χανίων δεν είναι ικανοποιητικά, αφού βρέθηκε ότι στη πλειοψηφία τους δεν έχουν μόνωση τόσο στην οροφή όσο και στην τοιχοποιία, έχουν κεντρική θέρμανση και χρησιμοποιούν ως καύσιμο μόνο πετρέλαιο και δεν υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης ανά τάξη.
- Αξιοσημείωτο ήταν το εύρημα, ότι το 75,35% των σχολείων συντηρεί το σύστημα θέρμανσης το πολύ κάθε 2 έτη και ότι το 68,51% των σχολείων έχει λάβει μέτρα μείωσης της κατανάλωσης πετρελαίου ή/και ηλεκτρικού ρεύματος.
- Η άποψη των εργαζομένων σχετικά με τον εργασιακό τους χώρο (σχολεία) είναι θετική, αφού το μεγαλύτερο ποσοστό τους δήλωσε ότι αισθάνεται καλά σε αυτόν, κρυνώνει σπάνια το χειμώνα, υπάρχει αρκετό ηλιακό φως στις αίθουσες, το περιβάλλον του κτιρίου είναι ήσυχο και ο αέρας στις αίθουσες είναι καθαρός.
- Σημαντικό είναι να τονιστεί, ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δεν έχει ενημερωθεί για την οδηγία 2002/91/EK, δεν γνωρίζει το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής πιστοποίησης, δεν γνωρίζει ότι στα δημόσια κτίρια θα απαιτείτε η ανάρτηση σε εμφανές σημείο των ενεργειακών πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών του εσωτερικού περιβάλλοντος, δεν γνωρίζει τη καταληκτική ημερομηνία εναρμόνισης των

εθνικών έννομων τάξεων με την αντίστοιχη κοινοτική, σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

- Οι περισσότεροι έχουν την άποψη ότι η εξέλιξη της εφαρμογής της οδηγίας στην Ελλάδα θα είναι πολύ δύσκολη και ότι δεν πρέπει να εξαιρεθούν από αυτήν κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία.
- Σχεδόν όλοι όσοι συμμετείχαν στην έρευνα (97,06%) δήλωσαν ότι θα τους ενδιέφερε μελλοντικά η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του σχολικού κτιρίου τους.
- Στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση υπάρχει μεταξύ ανδρών και γυναικών ως προς τον χαρακτηρισμό του εργασιακού τους χώρου, τη γνώση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ποιότητα του αέρα των σχολικών αιθουσών και τη χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού στα σχολεία.
- Όσον αφορά το βαθμό εργασίας (διευθυντικό ή μη-διευθυντικό προσωπικό) των εργαζομένων προέκυψε ότι δεν επηρεάζει τις απόψεις τους σχετικά με τα ερωτήματα που τους τέθηκαν.
- Το έτος ανέγερσης (μέχρι το 1980 ή μετά το 1980) της σχολικής μονάδας επηρεάζει τη γνώση του εργαζόμενου για τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την άποψη του σχετικά με το αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο καθώς και τη συχνότητα συντήρησης του συστήματος θέρμανσης της σχολικής μονάδας.
- Τέλος, βρέθηκε ότι η περιοχή (αστική ή ημιαστική) που βρίσκεται η σχολική μονάδα επηρεάζει την γνώμη του εργαζόμενου για την επάρκεια του ηλιακού φωτός στις αίθουσες, το αίσθημα ζέστης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, τη χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού στα σχολεία και την άποψη του σχετικά με το αν η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο.

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ – ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ
ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ**

Μάιος 2009

Η έρευνα πραγματοποιείται από το Γενικό Τμήμα του Πολυτεχνείου Κρήτης στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών σε συνεργασία με το Εργαστήριο Ενεργειακών Τεχνολογιών του ΤΕΙ Κρήτης.

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε με σκοπό να καταγράψει το επίπεδο διάχυσης γνώσης των σχολείων στην περιοχή των Χανίων σχετικά με την οδηγία 2002/91 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια. Θεωρώντας ότι τα σχολεία ως κτίρια φιλοξενούν την πιο σημαντική ομάδα πληθυσμού που είναι τα παιδιά, θα πρέπει να αποτελούν πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και καλής ποιότητας στους εσωτερικούς τους χώρους. Συνεπώς, η ενεργειακή απόδοση των σχολικών κτιρίων καθώς και οι περιβαλλοντικές συνθήκες στο εσωτερικό τους είναι υψίστης σημασίας.

Διευκρινίζεται ότι σε καμιά περίπτωση δε θα ζητηθούν προσωπικές πληροφορίες ή δεδομένα και η συμμετοχή στην έρευνα θα γίνει ανώνυμα.

Σας ευχαριστούμε για τη συνεργασία σας και τη συμμετοχή σας στην έρευνα.

Η Επιστημονικά Υπεύθυνη της Έρευνας

Μαριά Ευπραξία-Αίθρα

Επίκουρος Καθηγήτρια

Τομέας Κοινωνικών Επιστημών

Γενικό Τμήμα

Πολυτεχνείο Κρήτης

Ενότητα 1 – Γενικές πληροφορίες για το κτίριο

Σημειώστε με **X** την απάντησή σας στο αντίστοιχο ή αντίστοιχα (περισσότερα του ενός εκεί που επιθυμείτε) τετραγωνάκια

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΩΤΩΜΕΝΟ

- 1 Φύλο ☐ Άνδρας
☐ Γυναίκα

- 2 Αναφέρατε την ιδιότητά σας στο σχολείο
.....

- 3 Αναφέρατε πιθανές αρμοδιότητες-
δραστηριότητες σχετικές με την διαχείριση και
συντήρηση του σχολείου σας
.....
.....
.....
.....

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

- 4 Περιοχή κτιρίου ☐ Νέα Χώρα
☐ Λενταριανά
☐ Αγ. Ιωάννης
☐ Αμπεριά
☐ Δικαστήρια
☐ Κουμ Καπί
☐ Χαλέπα
☐ Κουμπές
☐ Πασακάκι
☐ Αγ Λουκάς
☐

- 5 Έτος ανέγερσης κτιρίου
.....

- 6 Το κτίριο βρίσκεται σε ☐ Αστική περιοχή
☐ Ημιαστική
☐ Αγροτική
☐ Βιομηχανική
☐ Άλλο

7 Στο περιβάλλον του κτιρίου υπάρχουν άλλα κτίρια

- ☐ Πολύ υψηλότερα
- ☐ Υψηλότερα
- ☐ Στο ίδιο ύψος
- ☐ Χαμηλότερα
- ☐ Πολύ Χαμηλότερα

8 Τύπος κατασκευής κτιρίου

- ☐ Τσιμεντένιο
- ☐ Πέτρινο
- ☐ Άλλο

ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

9 Οροφή με

- ☐ Κεραμίδια
- ☐ Ταράτσα
- ☐ Κεραμίδια και Ταράτσα
- ☐ Άλλο

10 Υπάρχει μόνωση στην οροφή

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

11 Υπάρχει μόνωση στην τοιχοποιία

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

12 Τα κουφώματα είναι

- ☐ Ξύλινα
- ☐ Σιδερένια
- ☐ Αλουμινίου
- ☐ Άλλο

13 Τα τζάμια είναι

- ☐ Μονά
- ☐ Διπλά
- ☐ Τριπλά
- ☐ Άλλο

14 Η συντήρηση του κτιρίου γίνεται κάθε

- ☐ ≤ 2 έτη
- ☐ 3 – 5 έτη
- ☐ > 5 έτη

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

15 Υπάρχει σύστημα θέρμανσης

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

- 16 Το σύστημα θέρμανσης είναι κεντρικό ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 17 Το καύσιμο είναι ☐ Ηλεκτρικό
☐ Πετρέλαιο
☐ Φυσικό Αέριο
☐ Άλλο
- 18 Υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης ανά τάξη ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 19 Πόσο συχνά γίνεται η συντήρηση του συστήματος θέρμανσης ☐ =< 2 έτη
☐ 3 – 5 έτη
☐ > 5 έτη

ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

- 20 Υπάρχει σύστημα ψύξης ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 21 Το σύστημα ψύξης είναι κεντρικό ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 22 Υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του συστήματος ψύξης ανά τάξη ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 23 Πόσο συχνά γίνεται η συντήρηση του συστήματος ψύξης ☐ =< 2 έτη
☐ 3 – 5 έτη
☐ > 5 έτη

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

- 24 Χρησιμοποιούνται στο κτίριο λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 25 Σε περίπτωση μη χρήσης λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης πόσο συχνά καίγονται οι λαμπτήρες ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά / Ούτε Αραιά
☐ Μάλλον Αραιά
☐ Αραιά

- 26 Πόσο συχνά σβήνουν τα φώτα στις τάξεις κατά τη διάρκεια του διαλείμματος
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά / Ούτε Αραιά
☐ Μάλλον Αραιά
☐ Αραιά

ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

- 27 Ο αερισμός των χώρων γίνεται με άνοιγμα των παραθύρων (φυσικός αερισμός)
- ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 28 Υπάρχει μηχανικό σύστημα αερισμού (μηχανικός αερισμός)
- ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 29 Σε περίπτωση μηχανικού συστήματος αερισμού ανοίγονται ταυτόχρονα και τα παράθυρα από τους χρήστες
- ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

- 30 Μέση κατανάλωση σε πετρέλαιο ανά έτος
-
- 31 Μέση κατανάλωση σε ηλεκτρικό ρεύμα ανά έτος
-
- 32 Θεωρείτε ότι η κατανάλωση πετρελαίου είναι
- ☐ Πάρα Πολύ υψηλή
☐ Πολύ υψηλή
☐ Ούτε Υψηλή / Ούτε Χαμηλή
☐ Μάλλον Χαμηλή
☐ Χαμηλή
- 33 Θεωρείτε ότι η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι
- ☐ Πάρα Πολύ υψηλή
☐ Πολύ υψηλή
☐ Ούτε Υψηλή / Ούτε Χαμηλή
☐ Μάλλον Χαμηλή
☐ Χαμηλή
- 34 Λαμβάνονται μέτρα μείωσης της κατανάλωσης του πετρελαίου ή/και του ηλεκτρικού
- ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 35 Γνωρίζετε τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης
- ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ

Ενότητα 2 – Άνεση

Σημειώστε με **X** την απάντησή σας στο αντίστοιχο ή αντίστοιχα (περισσότερα του ενός εκεί που επιθυμείτε) τετραγωνάκια

- 36 Πώς αισθάνεστε στον εργασιακό σας χώρο;
- ☐ Πολύ Καλά
☐ Καλά
☐ Ούτε Καλά / Ούτε Άσχημα
☐ Μάλλον Άσχημα
☐ Άσχημα

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

- 37 Πόσο συχνά κρυώνετε το χειμώνα;
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 38 Πόσο συχνά ζεσταίνετε το χειμώνα;
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 39 Πόσο συχνά κρυώνετε το καλοκαίρι;
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 40 Πόσο συχνά ζεσταίνετε υπερβολικά το καλοκαίρι;
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 41 Πόσο συχνά κρυώνετε τις ενδιάμεσες εποχές;
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 42 Πόσο συχνά ζεσταίνετε υπερβολικά τις ενδιάμεσες εποχές;
- ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια

ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

- 43 Υπάρχει αρκετό ηλιακό φως στην αίθουσα ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 44 Χρειάζεται να ενεργοποιήσετε τον ηλεκτρικό φωτισμό για να υπάρχει αρκετός φωτισμός; ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 45 Οι κουρτίνες αν υπάρχουν είναι συνήθως ☐ κλειστές
☐ ανοικτές
☐ Άλλο
- 46 Υπάρχουν προβλήματα θάμπωσης του πίνακα; ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια
- 47 Πώς αντιμετωπίζεται η θάμπωση
.....
.....
.....
.....
.....

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

- 48 Ο αέρας των αιθουσών θεωρείτε ότι είναι καθαρός ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 49 Υπάρχουν στις αίθουσες προβλήματα με μυρωδιές ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 50 Εξαερίζεται σωστά ο χώρος ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 51 Υπάρχουν προβλήματα υγείας όπως π.χ. πονοκέφαλοι, ξηρολαιμία κ.λπ. τα οποία εξαφανίζονται μετά την απομάκρυνση από το κτίριο. Αν ναι αναφέρατε ποια.
.....
.....
.....
.....
.....

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

- 52 Το περιβάλλον του κτιρίου θεωρείται ☐ Ήσυχο
☐ Θορυβώδες
- 53 Πόσο συχνά υπάρχουν προβλήματα θορύβου ☐ Πολύ Συχνά
☐ Συχνά
☐ Ούτε Συχνά/Ούτε Σπάνια
☐ Σπάνια
☐ Πολύ Σπάνια

Ενότητα 3 – Επίπεδο ενημέρωσης σχετικά με την οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Σημειώστε με **X** την απάντησή σας στο αντίστοιχο ή αντίστοιχα (περισσότερα του ενός εκεί που επιθυμείτε) τετραγωνάκια

- 54 Γνωρίζετε πόσο σημαντικός είναι ο τομέας των κτιρίων για την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας; ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 55 Η ενεργειακή απόδοση κτιρίων σχετίζεται με το πρωτόκολλο του Κιότο ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
☐ Δεν γνωρίζω
- 56 Έχετε ενημερωθεί για την οδηγία 2002/91/EK ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 57 Αν ναι στην παραπάνω ερώτηση αναφέρατε την πηγή ενημέρωσής σας
- 58 Γνωρίζετε το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής πιστοποίησης ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ
- 59 Γνωρίζετε ότι η ενεργειακή πιστοποίηση θα διατίθεται κατά ☐ Την κατασκευή
☐ Την πώληση
☐ Την εκμίσθωση
☐ Σε όλες τις περιπτώσεις
- 60 Γνωρίζετε ότι πρέπει να υπάρχει τακτική ενεργειακή πιστοποίηση στα δημόσια κτίρια ☐ ΝΑΙ
☐ ΟΧΙ

- 61 Γνωρίζετε ότι στα δημόσια κτίρια θα απαιτείται η ανάρτηση σε εμφανές σημείο των ενεργειακών πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών του εσωτερικού περιβάλλοντος ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 62 Για ποιους λόγους εκτιμάτε ότι τα δημόσια κτίρια θα πρέπει να αποτελέσουν παράδειγμα στα περιβαλλοντικά και ενεργειακά ζητήματα
- 63 Γνωρίζετε ότι η οδηγία συμπεριλαμβάνει ειδικές διατάξεις για την επιθεώρηση των λεβήτων καθώς και την αξιολόγηση της απόδοσής τους ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 64 Γνωρίζετε ότι η οδηγία συμπεριλαμβάνει την επιθεώρηση κεντρικών συστημάτων κλιματισμού σε τακτά χρονικά διαστήματα ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 65 Εκτιμάτε ότι η τακτική συντήρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού διασφαλίζει τη βέλτιστη περιβαλλοντική και ενεργειακή απόδοση ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 66 Γνωρίζετε αν στην Ελλάδα υφίσταται ήδη θεσμοθετημένος κανονισμός για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 67 Εκτιμάτε ότι πρέπει να εξαιρεθούν από την οδηγία κτίρια και μνημεία προστατευόμενα για την αρχιτεκτονική ή ιστορική τους αξία ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 68 Γνωρίζετε ποια είναι η καταληκτική ημερομηνία εναρμόνισης των εθνικών έννομων τάξεων με την αντίστοιχη κοινοτική, σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 69 Γνωρίζετε αν η καταληκτική ημερομηνία της παραπάνω εξέτασης έχει εκπνεύσει ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 70 Αν ναι στην παραπάνω ερώτηση γνωρίζετε ποιες είναι οι συνέπειες

Ενότητα 4 – Προσδοκίες Ερωτώμενων

Σημειώστε με **X** την απάντησή σας στο αντίστοιχο ή αντίστοιχα (περισσότερα του ενός εκεί που επιθυμείτε) τετραγωνάκια

- 71 Γνωρίζετε αν στην Ελλάδα έχουν ενημερωθεί οι χρήστες των κτιρίων για τις μεθόδους και πρακτικές που συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ☐ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ
- 72 Πώς εκτιμάτε την εξέλιξη της εφαρμογής της οδηγίας στην Ελλάδα
- 73 Ποια σημεία της οδηγίας θα θέλατε να είχαν άμεση εφαρμογή ☐ Ενεργειακή πιστοποίηση Κτιρίων ☐ Επιθεώρηση Λεβήτων ☐ Επιθεώρηση Συστημάτων Ψύξης ☐ Μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης ☐ Άλλο
- 74 Θα σας ενδιέφερε μελλοντικά η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σας
- 75 Αναφέρατε προτάσεις ή σκέψεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σας

Σας ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία σας

Examination of Parameters for the Energy Performance of School Buildings in the Region of Chania

T. Daras, D. Kolokotsa, E. Maria, I. Apostolakis and V. Pantoula
Technical University of Crete, Crete, Greece

ABSTRACT

Aim of this study is to search and record the level of knowledge concerning the Energy Performance in Buildings (Directive 2002/91/E.U.) among teachers and school directors in the region of Chania, Crete, Greece. Moreover the school buildings' constructional characteristics, their energy performance and the perception of indoor comfort are assessed. The study was conducted during the second semester of 2009. A suitably designed questionnaire was sent to and completed by the school directors and teachers, of more than 20 schools in Chania. Data were analyzed with PASW statistics (formerly SPSS statistics), using descriptive statistics, correlation and independence testing. The results were organized in four sections. The first section refers to information about the school units (building characteristics, type of heating, cooling and lighting system, energy consumption etc.). The second section deals with the perception of indoor comfort (thermal, visual comfort and indoor air quality), and examines possible connections with school's operational characteristics. The third section records the level of knowledge concerning the Energy Performance in Buildings (Directive 2002/91/E.U.). The forth section gives their suggestions and proposals for a more efficient energy performance of the buildings. The results show the low level of knowledge concerning the necessity for energy efficiency.

1. Introduction

In 2003 the European Parliament accepted Directive 2002/91/EC on the Energy Performance of Buildings (EPBD). The principal objective of the Directive is to promote the improvement of the energy performance of buildings within the EU through cost-effective measures. There are four main aspects to the EPBD:

- Establishment of a calculation methodology.
- Minimum energy performance requirements.
- Energy performance certificate.
- Inspections of boilers and air-conditioning.

The Directive combines, in a legal text, different regulatory (such as the requirement for Member States to set energy performance requirements for new and large existing buildings that undergo major renovation) and information-based instruments (such as energy performance certificates, inspection of heating and air-conditioning requirements) (Casals, 2006).

One of the main contributions of the EPBD so far, has been in bringing energy efficiency in buildings onto political agendas, its' integration into building codes and to the attention of citizens. A recast proposal to clarify, strengthen and extend the scope of the current EPBD's provisions is issued by the EC (EC, 2008). In Greece, national legislation was harmonised with EPBD via Law

3661/2008 and currently the Buildings Energy Performance Regulation (BERP) is extracted (Maria et al, 2009).

School buildings constitute a rather special case of buildings when it comes to energy performance. The running costs for heating, cooling and ventilation seem far less important than the achieved thermal comfort, indoor air quality and lighting levels due to the very sensitive subject of students' health, well-being and ability to attend lessons. Due to the high occupation density of classrooms (close to 1.8 m²pupil), excessive human internal gains during working hours, increased ventilation requirements and high visual environment standards exist in order to ensure an internal environment that can provide proper health and mental conditions. As a result, enhanced thermal, visual and air quality conditions should be expected in such buildings. Despite the existing standards, it is rather difficult to achieve these requirements, especially those regarding indoor air quality, as the operating profile, the high occupation density and the lack of intelligent ventilation systems and controls in most cases, complicate the relation between the design goals and their practical application. Moreover school buildings are public buildings that offer training and education in young children and therefore should be energy and environmentally conscious (Gaitani et al, 2010; Desideri et al, 2002; Santamouris et al, 2008).

In the framework of the specific paper a survey in 20 Chania schools was conducted in 2009-2010. The aim of the survey was to identify the following:

- Energy consumption of the specific schools.
- Qualitative assessment and perception of occupants' comfort conditions.
- Level of knowledge regarding possible energy efficiency measures that can be apply to reduce the energy consumption.
- Level of knowledge regarding the existence and content of EPBD as well as the school managers' possible obligations.

The paper is structured in three more sections. Section 2 describes the methodology for the schools' survey, section 3 analyses the results while section 4 summarizes the conclusions and future prospects.

2. Methodology

In order to conduct this survey, a suitably designed questionnaire was distributed to a sample of schools in the Chania metropolitan area. Further more, the sample was weighted to include proportional population percentages of school buildings regarding the date of construction. The directors and teachers of the school units sampled filled out the questionnaire. A letter, stating the institution conducting the survey, its purpose and meant usefulness, accompanied the questionnaire while instructions were given on how to complete it, emphasizing the protection of the participants' anonymity. The way, in which the questionnaire was planned, meets the design standards of a research questionnaire. Prior to distributing it, a pilot was implemented at a local level, in order to confirm its accuracy, correctness and completeness (Burns. 2000;, Bradburn et al, 2004). The questionnaire is structured in four (4) sections: the first one records general information for each school, while the second records the building facilities (e.g. heat, air quality etc.). The third section records the knowledge level of the direction 2002/91/EC. Finally, the fourth section imprints the employees' expectations regarding energy performance of school buildings. The questionnaire was filled out in the presence of researches were possible. In the remaining cases, it was sent out through post or e-mail. Regarding the validity of the questionnaire, a face validity check was carried out. Its reliability was calculated by the Cronbach's alpha coefficient (Apostolakis et al, 2006), which has found 0.79. Statistical processing and data analysis was conducted with the use of PASW statistics, while the codification of the questions with conceptual consistency preceded it (Apostolakis et al, 2007; Apostolakis et al, 2009; Apostolakis et al, 2003).

3. Results

Our sample was consisted of 227 employees (directors - deputy directors – instructors - schoolteachers - remaining administrative personnel) in 20 elementary, junior high and high schools in the Chania prefecture. Men constituted 42% of the sample and women 58%. 93%, of those questioned, were schoolteachers – professors/instructors, 5,7% were directors, 1,1% were deputy directors, while the 0,2% belonged to the remaining administrative school personnel. The school buildings were divided into two groups, those built before 1980 and those built after 1980 (72% and 28% respectively). 58% of school buildings were in urban areas while 42% in suburban areas. Some of the results are the following: 84% of the sample, considers the heating oil consumption in school buildings to be moderate to low (66,3% moderate, 13,3% rather low and 3,8% low). Only 16% consider it to be very high or extremely high (see Figure 1).

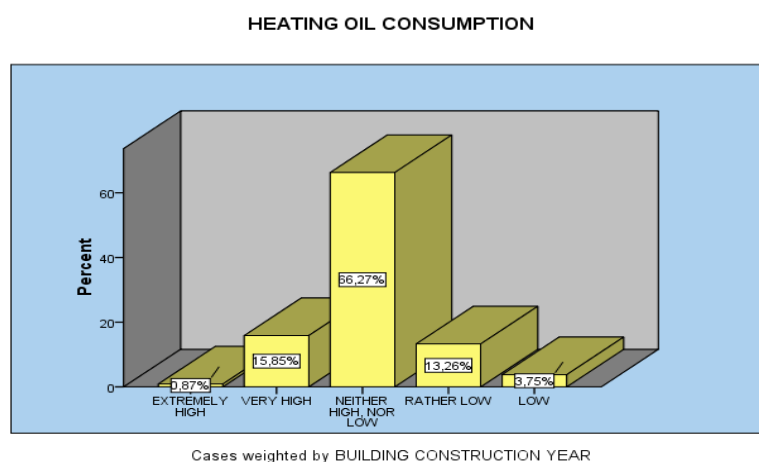


Figure 1. Heating oil consumption

Contrary to the heating oil consumption, the school employees in their majority (roughly 86%) consider that the electricity consumption is from moderate to extremely high. Only 14% consider it to be low or rather low (see Figure 2).

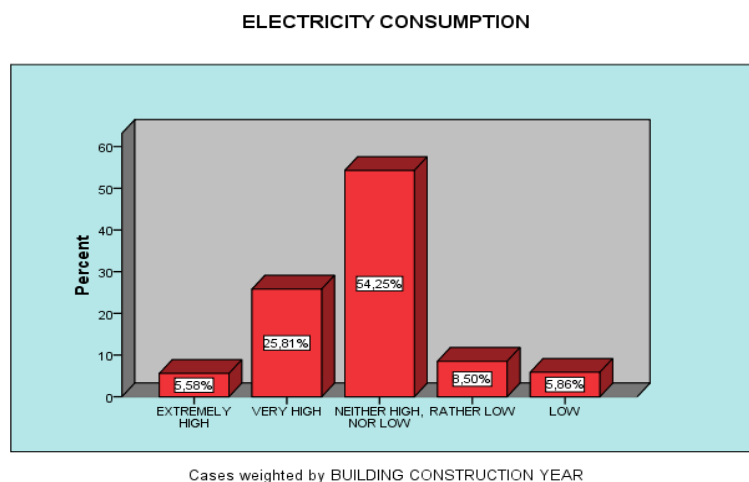


Figure 2. Electricity consumption

68,5% of the sample questioned, considers that steps have been taken to reduce heating oil/electricity consumption in school buildings. Approximately 87% of the sample questioned, affirmed knowledge of renewable energy sources.

The fact that 80% of the sample portrays their work place as very good or good, came as a pleasant surprise. Only a very small percentage (approx. 7%) considers it rather bad or bad. The majority of employees in school units (60%) do not feel cold during working hours in the winter months (48% rarely feels cold and 12% very rarely). Reversely proportional are the results, with the feeling of heat that someone could have, when in a school buildings, during summertime. Thus, the majority of employees in the school units (59%), have the feeling of heat, (17% very often and the 42% often). 9 out of 10 employees in school buildings consider sunlight to be enough in classrooms, hence the majority of the sample (72%) uses electrical lighting from moderately to very rarely (see table 1).

Table 1: Frequency usage of the electrical light

HOW OFTEN DO YOU USE ELECTRICAL LIGHT					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	VERY OFTEN	13	5,7	5,7	5,7
	OFTEN	51	22,4	22,5	28,3
	NEITHER OFTEN, NOR RARELY	60	26,5	26,6	54,9
	RARELY	79	34,8	35,0	90,0
	VERY RARELY	23	10,0	10,0	100,0
	Total	226	99,4	100,0	
Missing	System	1	,6		
Total		227	100,0		

Approx. 74% of the sample considers air quality in classrooms to be good (clean air). Proportional is the percentage of those who consider that space ventilation is satisfactory (approx. 75%). Disappointing but expected is perhaps the ascertainment that, roughly 92% of the sample does not know of the directive (see Figure 3).

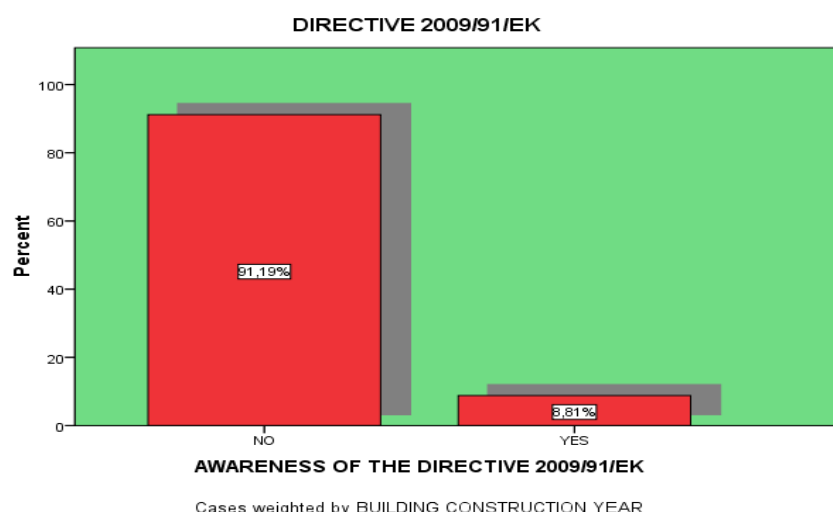


Figure 3. Directive 200/91/EK

Only the 40% of employees, that declared knowledge of the directive, have been informed by the ministry of development. Main source of information appears to be the internet, the press and television (see Figure 4).

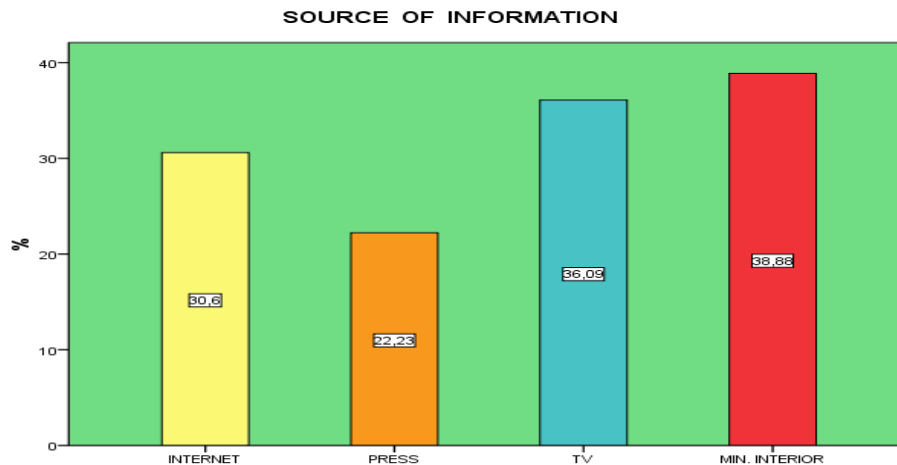


Figure 4. Source of information w.r.t. the directive 200/91/EK

Equally high is the percentage of the ones who are ignorant of the energy's certification existence (roughly 89%). 8 out of the 10 employees questioned, do not know that posting of energy certificates is mandatory in public buildings. Surprising perhaps is the fact that 60% of the sample, answered that monuments of important historical and architectural value should not be excluded from the directive (which is probably due to the ignorance of the directive's content).

Few (3,5%) knew that a deadline existed for the harmonization of national legislation with the corresponding E.U in regards to the improvement of energy output of buildings.

The statistical analysis of the data was based on the following four factors: (a) the *sex* of the sample members, (b) the *level* of their *position* (the school unit employees were separated in two large categories: management personnel such as directors and deputy directors and the non-management personnel such as schoolteachers-instructors and administrative personnel), (c) the *time* that the school was *built* i.e. the construction year (the schools were categorized in two groups, the ones built prior to 1980 and the ones built after 1980), (d) the *characterization of region* in which the school building is located (the regions were characterized either as urban or suburban).

With regard to the *sex* of the sample members, the most significant of the results were the following. On table 2 below, we can see that 36,5% of the women consider that the electricity consumption in the school units is high, contrary to the 25% of men. Respectively the 22,2% of the men consider it to be low compared to (only) 8,2% of women.

Table 2. Sex & electricity consumption (opinion)

Crosstab

			ELECTRICITY CONSUMPTION			
			HIGH	MODERATE	LOW	Total
SEX	MALE	Count	18	38	16	72
		% within SEX	25,0%	52,8%	22,2%	100,0%
	FEMALE	Count	31	47	7	85
		% within SEX	36,5%	55,3%	8,2%	100,0%
Total		Count	49	85	23	157
		% within SEX	31,2%	54,1%	14,6%	100,0%

A χ^2 independence test (after it was examined and proved that the two conditions required for its application are satisfied), has proven that the two variables, *sex* and *consumption of electric energy* are not independent (the test was found statistically significant, $\chi^2=6,894$, d.f.=2, $p=0,032$, as it can

be seen on table 3 below). This means that the opinion, whether consumption is high, medium or low is influenced by the sex of the sample questioned.

Table 3. χ^2 test results for Sex & electricity consumption (opinion)

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,894 ^a	2	,032
Likelihood Ratio	6,985	2	,030
Linear-by-Linear Association	5,822	1	,016
N of Valid Cases	157		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10,55.

(Statistically) significant difference exists between men and women regarding the *knowledge of renewable energy sources*. Men appear to be better informed (93%), compared to women, (83%) in regards to those energy sources ($\chi^2=5,071$, d.f.=1, $p=0,024$).

Also, (statistically) significant difference exists between the two sexes, as for the *characterization of their work place*. The women consider that the work place in school units can be described as good (77,3%), compared to men that consider it to be good in a higher percentage (86%), while almost no men consider it to be bad, contrary to the 12,1% of women that think so ($\chi^2=12,306$, d.f.=2, $p=0,002$). This difference in opinion can be seen on the chart below (Figure 5).

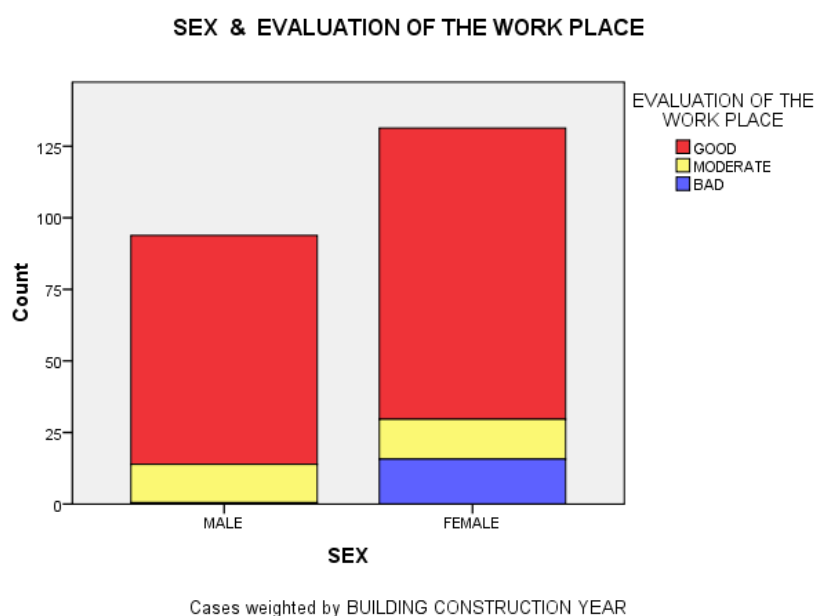


Figure 5. Sex and the evaluation of the work place

The *feeling of cold* during the winter in women and men in the school units, has a different frequency (a fact that could probably be examined whether it is attributed to their biological differences). Thus, 86% of men rarely feel cold in school classrooms (and only 5,4% often does), contrary to the 42% of women that rarely feel cold (while 24,4% of women often do). ($\chi^2=44,077$, d.f.=2, $p=0,000$).

Also, men and women have different sense of the *air quality* in school classrooms. Thus, 32,8% of women consider it not to be clean, compared to 17% of men that agree with them. ($\chi^2=7,065$, d.f.=1, $p=0,008$).

An inexplicable perhaps, statistically considerable difference (between the sexes) is in regards to the *use of electricity* in school buildings. Women use electric lights more often than men (9,2% and 1,1% respectively). Still, 44% of men rarely use electrical lights, while this percentage in women fluctuates around 28% ($\chi^2=12,010$, d.f.=4, $p=0,017$).

The sex does not appear to influence: (1) the *feeling of heat* during summertime (59,6% of men and 58,3% of women have that feeling), (2) the *opinion* regarding *sun light sufficiency* in the classrooms (92,6% of men and 87,6% of women consider it to be sufficient), (3) the *classrooms ventilation* (78,7% and 73,6% of men and women respectively, consider it to be satisfactory), (4) the *knowledge of the directive 2009/91/EK* (men and women do not equally know the content of the directive, 89,4% and 92,6% respectively), (5) the *knowledge of energy certification of buildings* (they affirm ignorance at 86,8% the men and 89,7% the women) (6) the exception, of monuments of important historical and architectural value, from the directive (the majority of so much the men as and of the women, in percentages 62,1% and 56,1% respectively, do not fell they should be excluded). All the above differences cannot be characterized (statistically) significant.

Regarding the *region* where the school units are located, we received the following results. 40% of school employees in suburban regions consider that the *consumption of electricity* there is high, compared to the 26,9% of schools employees in urban regions that have the same opinion. That is to say, consumption of electricity depends on the region in which the school is located. ($\chi^2=8,854$, d.f.=2, $p=0,012$, see table 4 below).

Table 4. χ^2 test results for School region & electricity consumption (opinion)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,854 ^a	2	,012
Likelihood Ratio	10,455	2	,005
Linear-by-Linear Association	7,295	1	,007
N of Valid Cases	159		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,96.

School employees, in both urban and suburban regions, *feel heat* during summertime with dissimilar frequency (a fact perhaps expected, since the sense of heat in urban centers during the summer months is more intense). Thus, 33,7% of employees in suburban centers rarely feel heat, compared to 20,9% of employees rarely feeling the heat, working in urban centers. ($\chi^2=44,077$, d.f.=2, $p=0,000$). The dependence between the region in which the school is located and the feeling of heat of school employees appears on Figure 6 below.

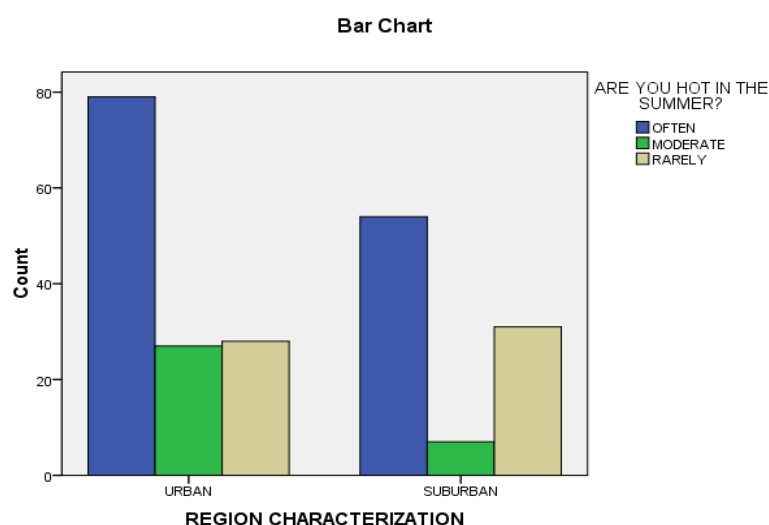


Figure 6. School region & sense of heat

Yet, there is a (statistically) significant difference, between schools regions, whether there is *sufficient sun light* in school classrooms or not . 4,5% of school employees in urban regions, consider it not to be sufficient, compared to 18,9% of schools in suburban regions that believe the same (a fact perhaps unexpected, since anyone would think that schools located outside the urban areas have more sunlight). ($\chi^2= 11,995$, d.f.=1, $p=0,001$).

Another (perhaps) unexpected fact is in the *usage frequency of electricity*, in schools in the urban and suburban regions. Thus 0,8% of employees in urban regions use electrical lights very often, contrary to their colleagues in suburban regions 12,9% that use them very often.($\chi^2= 18,081$, d.f.=4, $p=0,001$) A fact that perhaps was expected, is that the school employees in the urban regions were more informed regarding the *directive 2009/91/[EK]*, compared to their colleagues in the schools of semi-urban regions, in percentages 11,9% and 4,5% respectively, as it appears on table 5 ($\chi^2= 3,469$, d.f.=1, $p=0,063$).

Table 5. School region & directive 2009/91/EK.

Crosstab			AWARENESS OF THE DIRECTIVE 2009/91/EK		
REGION CHARACTERIZATION			NO	YES	Total
URBAN	Count		111	15	126
		% within REGION CHARACTERIZATION	88,1%	11,9%	100,0%
	SUBURBAN	Count	84	4	88
		% within REGION CHARACTERIZATION	95,5%	4,5%	100,0%
Total	Count		195	19	214
	% within REGION CHARACTERIZATION		91,1%	8,9%	100,0%

School's region does not appear to influence (not statistically significant relation): (1) the *consumption of heating oil* in the school (13,5% of school employees in urban regions and 20,3% in suburban regions, consider the consumption to be high), (2) the *knowledge on renewable sources of energy* (87% and 86,2% of school employees respectively in urban and suburban regions, affirmed knowledge), (3) the *characterization of the work place* (78% and 84,8% in the respective regions consider schools to be a good work place), (4) the *feeling of cold*, in the school buildings, during the winter months (school employees in both urban and suburban regions feel cold often, roughly with the same frequency, 16,5% and 16,3% respectively), (5) the *opinion* regarding the *ventilation* of

school classrooms (classrooms in both urban and suburban regions ventilate sufficiently roughly in the same frequency 23,6% and 25% respectively), (6) the exception of monuments of important historical and architectural value from the directive (the majority of employees in so much the urban as in the suburban regions, in percentages 63% and 53% respectively, do not feel the monuments should be excluded from the directive).

School's construction year did not seem to have an influence in the above questions. Once again, the year of construction does not appear to differentiate: (1) the *consumption of electricity* in schools (54,5% of employees in schools that were built prior to 1980 and 54,3% of employees in schools that were built after 1980, consider the consumption to be moderate), (2) the *characterization of the work place* (79,8% and 83,9% respectively of schools that were built before and after 1980, are considered good work places), (3) *the feeling of cold* (in the buildings) during the winter (the employees in the schools with year of construction before and afterwards 1980 rarely feel cold, in percentage 61% and 57,1% respectively), (4) the *opinion on the sufficiency of sun light* in the classrooms (89,4% of school employees with the building's year of construction being prior to 1980 and 90,3% of their colleagues in school units built after 1980 consider the sun light to be sufficient in the classrooms), (5) the *knowledge of the directive* (the employees so much in the schools that functioned before 1980 as in the ones that functioned after 1980 do not know the content of the directive, in equally high percentages of 89,2% and 96,5% respectively), (6) the exception of monuments of important historical and architectural value from the directive (the majority so much in the old as in the new schools, in percentages 60,5% and 54,9% respectively, feel that the monuments should not be excluded from the directive). The differences in all the above questions, between the schools built prior to 1980 and afterwards, cannot be characterized (statistically) significant.

Only one (statistically) significant difference appears to exist and that is between the year of the school building's construction and the *knowledge* of its employees regarding the *renewable energy sources*. Thus the employees in the schools that were built before 1980 appear to be better informed on these energy sources than their colleagues in the schools that were built after 1980, in percentage 90,7% and 75,9% respectively as shown on table 6 ($\chi^2=7,513$, d.f.=1, $p=0,006$).

Table 6. Construction year & directive 2009/91/EK

Crosstab			AWARENESS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES		
			NO	YES	Total
BUILDING CONSTRUCTION YEAR	BEFORE 1980	Count	14	136	150
		% within BUILDING CONSTRUCTION YEAR	9,3%	90,7%	100,0%
	AFTER 1980	Count	13	41	54
		% within BUILDING CONSTRUCTION YEAR	24,1%	75,9%	100,0%
	Total	Count	27	177	204
		% within BUILDING CONSTRUCTION YEAR	13,2%	86,8%	100,0%

Finally, the school employees' level of position does not seem to play a (statistically) significant role to any of the questions of interest.

4. Conclusions

The level of awareness for energy efficiency and indoor environmental quality as well as the EPBD requirements is accessed via a questionnaires' survey performed in Chania Crete, Greece. The indoor comfort was considered acceptable apart from summer period where discomfort occurs. Most of the teachers and energy managers consider that their schools' energy consumption is in the average levels which may be an obstacle for motivating them reducing their energy use and costs. The highest discomfort occurred for schools in the city. Finally the survey showed that 92% of the responders are not informed about the EPBD and the necessity of energy rating for school buildings showing that lack of information and knowledge is still present.

5. References

- Apostolakis I, Daras T, Stamouli MA (2009) Exercises in Applied Statistics in Health Sector. 2nd Volume. Athens: Papazisis Publishers; in Greek.
- Apostolakis I, Kastania A, Pierakou C. (2003). Statistical Data Processing in Health Sector. Athens: Papazisis Publishers; (in Greek).
- Apostolakis I, Stamouli MA (2006) Validity and reliability assessment of quantitative research questionnaires in health units: The case of a questionnaire concerning the evaluation of a nursing services management information system of a hospital. *Statistical Review*, 2(1) pp3-25.
- Apostolakis I, Stamouli MA (2007). Exercises in Applied Statistics in Health Sector. 1st Volume. Athens: Papazisis Publishers; 2007 (in Greek).
- Bradburn N, Sudman S, Wansink B (2004) Asking Questions, The Definitive Guide to Questionnaire Design for Market Research, Political Polls, and Social and Health Questionnaires. Revised Edition. USA: Jossey-Bass, John Wiley & Sons, Inc; 2004.
- Burns R (2000). Introduction to Research Methods. London: Sage.
- Casals, X.G. 2006, "Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences", *Energy and Buildings*, vol. 38, no. 5, pp. 381-392.
- Desideri, U., & Proietti, S. (2002). Analysis of energy consumption in the high schools of a province in central Italy. *Energy and Buildings*, 34(10), 1003-1016.
- Gaitani, N., Lehmann, C., Santamouris, M., Mihalakakou, G., & Patargias, P. (2010). Using principal component and cluster analysis in the heating evaluation of the school building sector. *Applied Energy*, 87(6), 2079-2086.
- Maria E., Kolokotsa D. 2009. The legislative framework of the energy efficiency in buildings and its harmonization to Greece: critical review. *Energy and Legislation*, vol 2, pp. 5-20.
- Santamouris, M., Synnefa, A., Assimakopoulos, M., Livada, I., Pavlou, K., Papaglastra, M., et al. (2008). Experimental investigation of the air flow and indoor carbon dioxide concentration in classrooms with intermittent natural ventilation. *Energy and Buildings*, 40(10), 1833-1843.

Βιβλιογραφία

- [1] Αποστολάκης, Ι., Καστανιά, Α., Πιερράκου, Χρ. (2003), *Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων στην Υγεία*, Παπαζήση, Αθήνα.
- [2] Αποστολάκης, Ι., Σταμούλη, Μ.Α., (2007), *Ασκήσεις Υπολογιστικής Στατιστικής στην Υγεία*, Παπαζήση, Αθήνα.
- [3] Αποστολάκης, Ι., Δάρας Τ., Σταμούλη, Μ.Α., (2009), *Ασκήσεις Υπολογιστικής Στατιστικής στην Υγεία (Τεύχος Β)*, Παπαζήση, Αθήνα.
- [4] Γναρδέλλης, Χ. (2003), *Εφαρμοσμένη Στατιστική*. Αθήνα, Εκδόσεις Παπαζήση.
- [5] Δαμιανού, Χ. (1986), *Εισαγωγή στη θεωρία της Δειγματοληψίας*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών.
- [6] Κολυβά - Μαχαίρα Φ. & Μπόρα - Σέντα Ε., *Στατιστική. Θεωρία και εφαρμογές*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- [7] Μαριά Ε., Κολοκοτσά Δ. 2009. Το νομοθετικό πλαίσιο της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και η εφαρμογή του στην ελληνική νομική πραγματικότητα: κριτικές σκέψεις και παρατηρήσεις. *Ενέργεια και Δίκαιο*, τεύχος 11/2009, σελ. 7-20.
- [8] Μαυρίδης, Γρηγόριος και Μιχαηλίδης, Χρήστος (2002) *Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την οδηγία 2002/91/ΕΚ*. Παπαγιάννης Γρηγόριος, Θεσσαλονίκη.
- [9] Παπαϊωάννου Τ. & Λουκά Σ., *Εισαγωγή στη Στατιστική*, Εκδόσεις Σταμούλη.
- [10] Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας www.observatory.gr
- [11] Alreck, P., Settle, R. (1995), *Survey Research a Handbook*, Irwin, USA.

- [12] Anastasi, A., (1988), *Psychological Testing*, New York, Macmillan.
- [13] Apostolakis, I., Stamouli, M.A., (2006), “*Validity and reliability assessment of quantitative research questionnaires in health units: The case of a questionnaire concerning the evaluation of a nursing services management information system of a hospital*”, *Statistical Review*, Vol. 2, No 1, pp 3-25.
- [14] Bechhofer, F., Paterson, L. (2000), *Principles of Research Design in the Social Sciences*, Routledge Taylor & Francis Group, London.
- [15] Bradburn, N., Sudman, S., Wansink, B. (2004), *Asking Questions. The Definitive Guide to Questionnaire Design for Market Research, Political Polls, and Social and Health Questionnaires*, Revised Edition, Jossey-Bass-John Wiley & Sons, Inc., USA.
- [16] Burns, R. (2000), *Introduction to Research Methods*. Sage Publications, London.
- [17] Cronbach, L. J. (1951), *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- [18] Green S., Salkind, N., Akey, T. (2000), *Using SPSS for Windows. Analyzing and Understanding Data*, Second Edition. Practice Hall, USA.
- [19] McNeill, P. (1990), *Research methods* (2nd ed.), Routledge, London.

Ηλεκτρονικές πηγές

- <http://europa.eu>
- <http://www.aegean-energy.gr>
- <http://www.ypeka.gr>
- <http://www.minenv.gr>