

ΑΡΧΕΙΟ

Η/Γ
938

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ
ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Α. Μαντούβαλος, σπουδαστής

Επιβλέπων καθηγητής: Κ. Ψωμόπουλος, αν. Καθηγητής

**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**

Αθήνα, Ιούνιος 2014

113
822

APR 19 1951

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας:

Πρώτα απ' όλα, στον καθηγητή μου, Δρ. Κ. Ψωμόπουλο, αν. Καθηγητή του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΤΕ, του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, για τη συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη, τις ουσιαστικές συμβουλές, καθώς και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχε σε όλο αυτό το διάστημα. Επίσης στον καθηγητή του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΤΕ, του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, Δρ. Γ. Ιωαννίδη αν. Καθηγητή, καθώς και στη Διοίκηση της Αθηναϊκής Κλινικής, ιδιαίτερα τους Διευθυντές μου κ.κ. Ε. Θωμόπουλο και Γ. Τζανετάκο, για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη τους στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστώ τους συναδέλφους μου, αλλά τους φίλους μου, για την ηθική υποστήριξή τους και την κατανόησή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου.

Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων σε εκείνους που με την καθημερινή τους συμπαράσταση και την θετική τους σκέψη, συνέβαλαν στην εκπλήρωση του στόχου μου : την οικογένειά μου. Ιδιαίτερα στη γυναίκα μου Σίσσυ για την ολόψυχη αγάπη, την υπομονή και υποστήριξή της όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και στα παιδιά μου Νικόλα και Χρήστο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	6
Πρόλογος	7
Κεφάλαιο ΠΡΩΤΟ	8
Θεωρητικό Υπόβαθρο	9
1.1 Ενέργεια: Εννοιολογικό πλαίσιο	9
1.2 Ηλεκτρική Ενέργεια	12
1.3 Ενεργειακό Πρόβλημα	15
1.4 Κατανάλωση Ενέργειας	19
1.5 Ενεργειακή Ανάλυση Συστημάτων	23
1.6 Ενεργειακή Απόδοση και Κτίρια	30
1.7 Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κτίρια	37
1.8 Νομοθεσία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων	41
1.9 Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Κτιρίων	41
1.10 Παραδείγματα Εξοικονόμησης Ενέργειας Κτιρίων	46
1.11 Σύνοψη	49
Αναφορές	49
Κεφάλαιο ΔΕΥΤΕΡΟ	51
Ηλεκτρικές Καταναλώσεις σε Νοσοκομεία	52
2.1 Ηλεκτρική Ενέργεια και Κατανάλωση	52
2.2 Εισαγωγή στις Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις	53
2.3 Ιατρικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις	55
2.3.1 Ασφάλεια και Προστασία	66
2.3.2 Παράδειγμα Εγκατάστασης: Αίθουσα μικροεπεμβάσεων	67
2.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας και Νοσοκομεία	70
2.5 Σύνοψη	75
Αναφορές	75
Κεφάλαιο ΤΡΙΤΟ	77
Εγκατάσταση Νοσοκομείου «Αθηναϊκή Κλινική»	78
3.1 Εισαγωγή	78
3.2 Περιγραφή Η/Μ Εγκαταστάσεων	80

3.2.1	Παροχές	80
3.2.2	Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις	80
3.2.2.1	Υδρευση και Αποχέτευση	80
3.2.2.2	Θέρμανση-Κλιματισμός-Αερισμός	82
3.2.2.3	Ανελκυστήρες	83
3.2.2.4	Ιατρικά Αέρια	89
3.2.2.5	Πυρανίχνευση	89
3.2.3	Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις	91
3.2.3.1	Βασικά Στοιχεία Ηλεκτρικής Εγκατάστασης	93
3.2.3.2	Ηλεκτροφωτισμός-Κίνηση	99
3.2.3.3	Εγκατάσταση Τηλεφώνων-Data	103
3.2.3.4	Εγκατάσταση συστήματος κλήσης Αδελφής	104
3.2.3.5	Εγκατάσταση Ηλεκτρικών Ωρολογίων	106
3.2.3.6	Εγκατάσταση Ραδιοφώνου-Τηλεόρασης	107
3.2.3.7	Εγκατάσταση Μεγαφώνων	107
3.2.3.8	Εγκατάσταση Ενδοσυνεννόησης	107
3.3	Σύνοψη	108
	Αναφορές	108
	Κεφάλαιο ΤΕΤΑΡΤΟ	109
	Καταγραφή-Ανάλυση Δεδομένων	110
4.1	Εισαγωγή	110
4.2	Πειραματικός Σχεδιασμός	111
4.3	Ανάλυση Ηλεκτρικών Πινάκων	112
4.4	Ανάλυση Ανωμαλιών (γεγονότα καταγραφής)	187
	Κεφάλαιο ΠΕΜΠΤΟ	189
	Συμπεράσματα και Προτάσεις	190
5.1	Συμπεράσματα	190
5.2	Προτάσεις	200
	Βιβλιογραφία	205
	Παράρτημα	206
	1. METREL	207
	2. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	214
	3. ΣΧΕΔΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ	218
	4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	221

Περίληψη

Το νοσοκομείο αποτελεί ένα ιδιαίτερο περιβάλλον με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις που αντιστοιχούν στις ανάγκες μιας μικρής πόλης. Η εξοικονόμηση ενέργειας στο νοσοκομείο συνδέεται με το κτιριακό κέλυφος, τα συστήματα θέρμανσης-ψύξης, τον φωτισμό και την ηλεκτρική εγκατάσταση. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η νοσοκομειακή μονάδα «Αθηναϊκή Κλινική», η τεχνική εγκατάσταση της, καταγράφονται μετρήσεις επί του ηλεκτρικού δικτύου της και διερευνώνται οι αρμονικές που παρουσιάζονται. Τα ευρήματα των μετρήσεων έδειξαν ότι οι Πίνακες των Χειρουργείων (χρήση ιατρικών μηχανημάτων & και φωτισμού), οι πίνακες των δωματων (κλιματισμός) είχαν τα μεγαλύτερα φορτία. Από την άλλη οι αντίστοιχοι πίνακες είχαν και το μεγαλύτερο αριθμό γεγονότων ανωμαλιών (πτώσεων τάσεων) και οπότε χρήζουν την μεγαλύτερη παρέμβαση έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί το παραγόμενο ενεργειακό φορτίο. Για την εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται αλλαγές στο φωτισμό, χρήση ηλιακών πάνελ για την θέρμανση του νερού χρήσης και κλιματισμού, εισαγωγή πυκνωτών στο δίκτυο και τέλος χρήση ενεργών φίλτρων για απομάκρυνση των αρμονικών.

Λέξεις Κλειδιά: Ενέργεια, εξοικονόμηση ενέργειας, αρμονικές, περιβάλλον

Πρόλογος

Η αλόγιστη χρήση της ενέργειας δεν έχει μόνο ως αποτέλεσμα την δραστική μείωση των ενεργειακών πόρων αλλά και την απαξίωση του περιβάλλοντος. Η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται άμεσα με την ενεργειακή απόδοση ενός συστήματος.

Στα κτίρια απαιτείται επέμβαση στο κτιριακό κέλυφος, στα συστήματα θέρμανσης-ψύξης, στον φωτισμό και γενικότερα στην ηλεκτρική εγκατάσταση μίας κατοικίας ή ενός μεγάλου κτιρίου με στόχο την πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας ώστε να αξιοποιούνται καλύτερα οι ενεργειακές πηγές και να περιορίζονται οι όποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Ειδικότερα, η *Αθηναϊκή Κλινική (Mediclinic)* είναι μία νοσοκομειακή μονάδα που διαθέτει όλες τις ιατρικές ειδικότητες και ολοκληρωμένες ιατρικές υπηρεσίες. Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στην συγκεκριμένη νοσοκομειακή μονάδα ως εξής:

- παρουσιάζοντας το θεωρητικό υπόβαθρο σχετικά με την ενέργεια και τις παρεμβάσεις που απαιτούνται για την εξοικονόμηση ενέργειας,
- παρουσιάζοντας την εγκατάσταση της συγκεκριμένης νοσοκομειακής μονάδας,
- λαμβάνοντας μετρήσεις επί του ηλεκτρικού δικτύου της, και
- αναλύοντας τα αποτελέσματα και προτείνοντας λύσεις για εξοικονόμηση ενέργειας.

Κεφάλαιο ΠΡΩΤΟ

Θεωρητικό Υπόβαθρο

1.1 Ενέργεια: Εννοιολογικό πλαίσιο

Όπως είναι γνωστό, το ενεργειακό πρόβλημα είναι ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα που απασχολούν την παγκόσμια κοινότητα. Η ενέργεια είναι ένα κοινωνικό αγαθό, που εξυπηρετεί κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες, παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση, ενώ οι επιπτώσεις της από τη χρήση της στο περιβάλλον είναι καθοριστικές. Ο όρος που χρησιμοποιείται διεθνώς με την λέξη «ενέργεια» (energy), εμπεριέχει την πρόθεση «εν» (εντός) και το ουσιαστικό όνομα «έργο». Στην αρχαία ελληνική φιλοσοφία η σύνθεση αυτών των δύο μερών «εν» & «έργο» εκλαμβάνεται ως «θετική πράξη». Ο Αριστοτέλης, χρησιμοποίησε τον όρο με την έννοια της «δράσεως», ή της «λειτουργίας», ή της «δύναμης». Από την άλλη, ο Διόδωρος ο Σικελιώτης, θεωρούσε την ενέργεια ως τη δύναμη μίας μηχανής. Επίσης, η έννοια της ενέργειας χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν για να εξηγήσει τα ορατά φαινόμενα: επιδράσεις που προέκυπταν από ιδιότητες αντικειμένων ή οποιεσδήποτε άλλες μεταβολές που λάμβαναν χώρα στο φυσικό περιβάλλον (Φαναριώτης, 2009; Μαλεβίτη, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999).

Η ενέργεια εκφράζεται με την πράξη, την κίνηση, την προσπάθεια, την δύναμη ή την ικανότητα ενός σώματος για την παραγωγή κάποιου έργου. Ειδικότερα, στις φυσικές επιστήμες, η ενέργεια εκφράζεται με το έργο το οποίο μπορεί να αποδώσει μία δύναμη (βαρυτική, ηλεκτρομαγνητική κ.α.). Λόγω της ποικιλίας των δυνάμεων που επενεργούν στην διαδικασία παραγωγής έργου, η ενέργεια προσλαμβάνει πολλές και διαφορετικές μορφές όπως κινητική, δυναμική, ηλεκτρική, θερμική, μαγνητική, χημική, ηλιακή, πυρηνική κλπ. Επιπλέον, θεωρείται ως ένα σταθερά προσδιορισμένο φυσικό μέγεθος, δηλ. ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, αλλά μπορεί να μετατραπεί από μία μορφή σε άλλη. Αυτό συνεπάγεται ότι, με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, η συνολική ενέργεια που υπάρχει στο σύμπαν παραμένει πάντοτε διαρκής και σταθερή (Φαναριώτης, 2009; Schwaller, Gilberti, 1999).

Στο πλαίσιο της επιστημονικής έρευνας, το ακριβές περιεχόμενο της ενέργειας και των μετασχηματισμών της ποικίλει από μία φυσική επιστήμη στην άλλη. Στη φυσική, η ενέργεια ταυτίζεται με τη μεταβολή θέσεως ή της κινήσεως ενός αντικειμένου, η οποία προκαλείται μέσω της δράσεως μίας δυνάμεως, ενώ στη Χημεία, σχετίζεται με τη ροή ηλεκτρονίων και των πρωτονίων στα άτομα και στα μόρια. Για την κίνηση αυτών των ηλεκτρονίων και των πρωτονίων επενεργούν δυνάμεις Coulomb, ενώ η ενέργεια που αναπτύσσεται με την εξέλιξη αυτής της αλλαγής, ονομάζεται χημική ενέργεια. Εξίσου διαφορετικές μορφές μετασχηματισμών διακρίνουμε και σε άλλες επιστήμες: βιολογία, μετεωρολογία, αστρονομία και κοσμολογία. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της ενέργειας βασίζονται σε τεχνικές που εφαρμόζονται για τον υπολογισμό ακόμα πιο θεμελιωδών μεγεθών της επιστήμης όπως της μάζας, της απόστασης, της ακτινοβολίας, της θερμότητας, του χρόνου, των ηλεκτρικών φορτίων κλπ. (Edminister, 1980; Φαναριώτης, 2009; Οικονόμου, Καρβουνιάρη, 2010).

Στο πλαίσιο της οικονομικής και βιομηχανικής δραστηριότητας, ο όρος ενέργεια δεν ταυτίζεται εννοιολογικά με τον αντίστοιχο όρο που χρησιμοποιείται στην Φυσική, αλλά είναι συνώνυμη με τις πηγές ενέργειας οι οποίες συνήθως ταυτίζονται με τα ορυκτά καύσιμα και τις πάσης φύσεως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενέργεια με την έννοια

που εκλαμβάνεται στο οικονομικό επίπεδο είναι ένα ασταθές μέγεθος, που σχετίζεται με τις εκάστοτε διαθέσιμες πηγές ενέργειας. Για το λόγο αυτό, η ανάγκη διατήρησης της ενέργειας στο πλαίσιο της οικονομικής δραστηριότητας μέσω της εξοικονόμησης πηγών ενέργειας, αποτελεί κρίσιμο ζητούμενο (Φαναριώτης, 2009).

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες (Φαναριώτης, 2009; Schwaller, Gilberti, 1999):

- *Ανανεώσιμες*: είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, που ανανεώνονται συνεχώς με φυσικό τρόπο (π.χ. ηλιακή, αιολική, κυματική κλπ.), ή προέρχονται από τεχνικές διαδικασίες που ανανεώνονται συνεχώς με τεχνικό τρόπο (π.χ. βιομάζα, πυρηνική ενέργεια).
- *μη Ανανεώσιμες*: εντάσσονται πηγές ενέργειας, οι οποίες υπάρχουν στη Γη ως ορυκτά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) που δεν αναπαράγονται.

Η παραγωγή και κατανάλωση των πηγών ενέργειας αποτελεί γεγονός μεγάλης σημασίας για την *οικονομία*, λόγω ότι, όλη η οικονομική δραστηριότητα, που αναπτύσσεται παγκόσμια, προϋποθέτει τη χρησιμοποίηση ανάλογων πηγών ενέργειας όπως παραγωγή αγαθών (βιομηχανία), μεταφορές (πλοία, αεροπλάνα, οχήματα, τρένα), οικιακή λειτουργία, λειτουργία ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών και μηχανικών συσκευών κ.α. Αποτέλεσμα αυτής της ανάγκης είναι η ανάπτυξη μεθόδων και *τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας* από επιχειρήσεις, οργανισμούς και εθνικά κράτη. Το *κόστος των πηγών ενέργειας* εξαρτάται από τη ζήτηση και τις συνθήκες παραγωγής τους σε καθεμία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ενώ η δυσκολία εξασφάλισης φθηνών καυσίμων ή φθηνής ενέργειας αποτελεί θέμα κεντρικού ενδιαφέροντος σε σχέση με τη μελλοντική εξέλιξη της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο (Φαναριώτης, 2009).

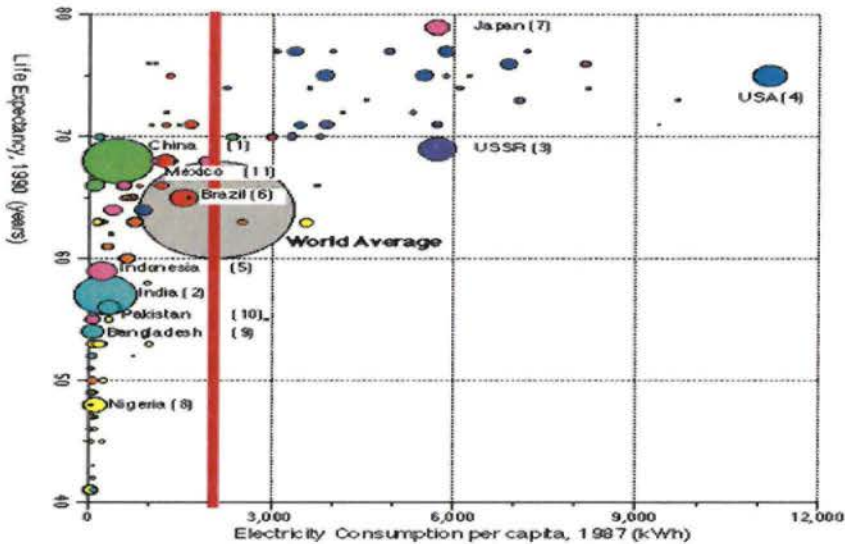
Με δεδομένο ότι το *κόστος ενέργειας* έχει εξελιχθεί σε ένα σημαντικό παράγοντα στη λειτουργία των *κοινωνιών και οικονομιών*, η διαχείριση των πηγών ενέργειας είναι κρίσιμη και αφορά την αξιοποίηση των διαθέσιμων πηγών ενέργειας με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Η *αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας* εκφράζεται με την επίτευξη του αρίστου δυνατού αποτελέσματος με το ελάχιστο ενδιάμεσο κόστος. Η *διαχείριση των ενεργειακών πηγών* ασκείται από εταιρείες κρατικού κυρίως ενδιαφέροντος, των χωρών που διαθέτουν πηγές ενέργειας (π.χ. πετρέλαιο ή και φυσικό αέριο) και από πολυεθνικές εταιρείες πετρελαίου, που ρυθμίζουν διεθνώς το κύκλωμα ενέργειας, από την εξερεύνηση των κοιτασμάτων μέχρι τη διανομή του προϊόντος στον καταναλωτή (Φαναριώτης, 2009).

Η φύση των πηγών ενέργειας προσδιορίζει και τους τρόπους μεταφοράς τους, ενώ η μεταφορά συνιστά μία εξίσου σοβαρή διαδικασία ιδίως διότι οι πηγές ενέργειας γενικώς βρίσκονται σε απομακρυσμένα μέρη από τους τόπους κατανάλωσης. Μερικές πηγές ενέργειας, όπως τα υγρά καύσιμα μεταφέρονται μέσω ειδικών πλοίων (τάνκερ), ενώ η ηλεκτρική ενέργεια, μέσω κατάλληλων δικτύων ενσύρματης μεταφοράς. Η *μεταφορά ενέργειας*, αποτελεί ένα σύνθετο θέμα, που απασχολεί πολλές επιστημονικές ειδικότητες (μηχανικούς, περιβαλλοντολόγους, οικονομολόγους κλπ.) λόγω της επικινδυνότητας για το γύρω πληθυσμό και το φυσικό περιβάλλον (Αμπελιώτης, 2008; Claus-Dieter, 1993).

Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, επιδρά αρνητικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Για παράδειγμα, από την *καύση* του ξύλου τα σωματίδια που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, επιδρούν αρνητικά στην ανθρώπινη υγεία. Το *διοξείδιο του θείου* (SO_2) που απελευθερώνεται κατά την ενεργειακή αξιοποίηση του άνθρακα ή του πετρελαίου δημιουργεί την *όξινη βροχή*. Οι εκπομπές

διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) κατά την καύση όλων των ορυκτών καυσίμων συνιστούν την κυριότερη αιτία υπερθέρμανσης του πλανήτη (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Παράλληλα, η κατασκευή και λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών είναι συνυφασμένη πολλές φορές με την μετακίνηση χιλιάδων ανθρώπων και την καταστροφή μεγάλης έκτασης δασών και ελάττωση της τοπικής βιοποικιλότητας. Επιπλέον, η αναπόφευκτη αύξηση του πληθυσμού της γης (>10 δις. το 2050), μαζί με τη ναυαμενόμενη άνοδο του βιοτικού επιπέδου των αναπτυσσόμενων κρατών, αναμένεται να έχει ως συνέπεια την ακόμη μεγαλύτερη κατανάλωση ενεργειακών πόρων, με τις γνωστές επιπτώσεις στο περιβάλλον (Αμπελιώτης, 2008; Claus-Dieter, 1993; Φαναριώτης, 2009).

Οι ενεργειακοί πόροι αποτέλεσαν το θεμέλιο λίθο του δυτικού πολιτισμού. Η βιομηχανική επανάσταση βασίστηκε αρχικά στο γαιάνθρακα και η δραματική εξέλιξη του βιοτικού επιπέδου της ανθρωπότητας από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα και σε όλη τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στη χρήση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Έτσι, παρατηρείται σαφής συσχέτιση του βιοτικού επιπέδου μιας χώρας και της κατανάλωσης ενέργειας. Επιπρόσθετα, το προσδόκιμο επιβίωσης φαίνεται και αυτόνα σχετίζεται με την κατανάλωση ενέργειας (Σχ.1.1). Ωστόσο, διαπιστώνονται και κάποιες ιδιαιτερότητες που έχουν σχέση με την τοπική ιστορία ενός λαού, αλλά και με τις ιδιαίτερες γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες (Ανδρίτσος, 2008).



Σχήμα 1.1 Το προσδόκιμο επιβίωσης αυξάνει αναλογικά με την κατανάλωση ενέργειας (2000 kWh κατά κεφαλήν → 70 χρόνια προσδόκιμο επιβίωσης), (πηγή: <http://www.geni.org/energy/library>)

Μερικές τεχνολογίες που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν μολύνουν το περιβάλλον, τουλάχιστον στον βαθμό που το μολύνουν ο άνθρακας, το πετρέλαιο ή παράγωγα τους. Έτσι, αυτές οι τεχνολογίες μπορεί να συμβάλλουν σε ένα καθαρότερο ενεργειακό μέλλον, παρόλο που από πλευράς περιβαλλοντικών οργανώσεων έχουν τεθεί σοβαροί προβληματισμοί για την «καθαρότητα» ορισμένων από αυτές όπως π.χ. πυρηνική ενέργεια. Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού περιλαμβάνονται η ηλιακή ακτινοβολία, η ισχύς που παράγεται από τις θαλάσσιες παλιρροϊκές κινήσεις ή τον κυματισμό, οι αεροστρόβιλοι,

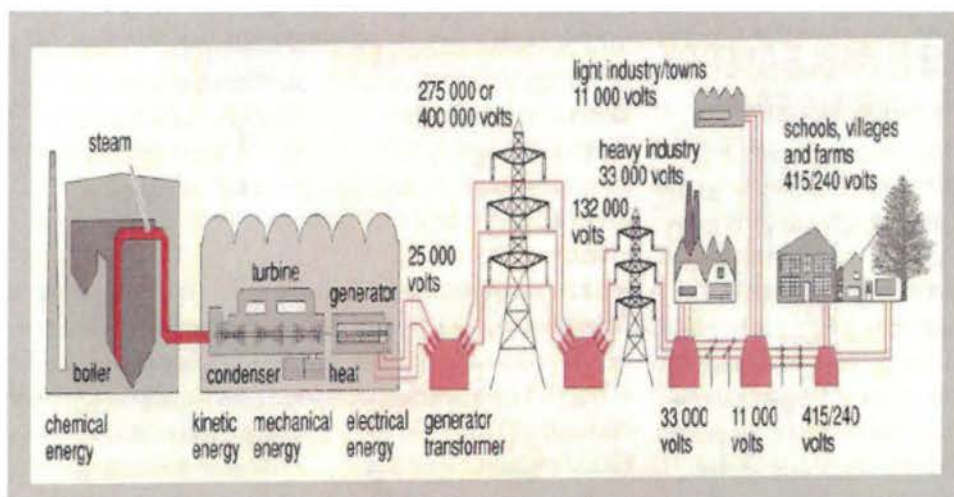
οι υδατοπτώσεις και πιο σύγχρονες, όπως οι κυψέλες καυσίμων (fuelcells). Όμως, ακόμα και σε αυτές τις τεχνολογίες, σύμφωνα με τις απόψεις μερίδας ειδικών του περιβάλλοντος, η ρύπανση προκαλείται ως ένα βαθμό μέσω της κατασκευής και απόρριψης των υλικών τα οποία σχετίζονται με τις διαδικασίες λειτουργίας των συστημάτων που χρησιμοποιούνται από νέες τεχνολογίες. Πάντως, η υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί τη μόνη λύση στο οξύ πρόβλημα της ρύπανσης που αντιμετωπίζει η παγκόσμια κοινότητα, σήμερα (Ανδρίτσος, 2008; Αμπελιώτης, 2008; Claus-Dieter, 1993; Φαναριώτης, 2009).

Δεδομένου ότι, η ενέργεια παίζει κρίσιμο ρόλο στην σημερινή τοπική και διεθνή οικονομία, και ο έλεγχος των πηγών ενέργειας αποτελεί ένα συνεχώς αυξανόμενο παράγοντα ευημερίας, οι κυβερνήσεις των κρατών φροντίζουν να εξασφαλίσουν μέσω των διεθνών συνεργασιών, τις αναγκαίες πηγές ενέργειας για την ομαλή λειτουργία της παραγωγής τους αλλά και της οικιακής κατανάλωσης. Ταυτόχρονα, στο εσωτερικό, επιδιώκουν την άσκηση επιρροής στην κατανομή των πηγών ενέργειας μεταξύ διαφόρων κοινωνικών ομάδων μέσω του μηχανισμού των τιμών ή μέσω συστήματος επεξεργασίας και διανομής ενέργειας. Λόγω, των ενεργειακών κρίσεων αλλά και της συνεχώς αυξημένης ανάγκης για ενέργεια, ειδικά η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), προσπαθεί να καθορίσει ένα πλαίσιο κοινής ενεργειακής πολιτικής για όλα τα κράτη-μέλη της (Φαναριώτης, 2009).

1.2 Ηλεκτρική Ενέργεια

Η *ηλεκτρική ενέργεια* είναι η *ενέργεια* που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, και που αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού. Όταν γίνεται χρήση του ηλεκτρισμού, η *ηλεκτρική ενέργεια* μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας π.χ. σε φως όταν ανάβει ένας λαμπτήρας ή σε κινητική ενέργεια όταν λειτουργεί ένας κινητήρας. Ο σύγχρονος κόσμος εξαρτά την επιβίωση και την ευημερία του, αφού η πλειονότητα των συσκευών (υπολογιστής, κουζίνα, τηλεόραση κλπ.) λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα, από την ηλεκτρική ενέργεια (Φαναριώτης, 2009; Μαλεβίτη, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999).

Υπάρχουν πολλοί τρόποι *παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας* (Σχ.1.2). Οι κυριότεροι είναι η καύση διαφόρων ουσιών (λιγνίτης, πετρέλαιο, κάρβουνο), τα πυρηνικά εργοστάσια, τα ηλιακά πάρκα, τα υδροηλεκτρικά φράγματα και τα αιολικά πάρκα. Τα τελευταία 20 χρόνια γίνονται έντονες προσπάθειες αύξησης του ποσοστού ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με τη χρήση *Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας* (ΑΠΕ) (Φαναριώτης, 2009).



Σχήμα 1.2 Σύστημα παραγωγής, μεταφοράς και διάθεσης του ηλεκτρισμού (πηγή: Αντωνιάδης, 2013)

Στη Γερμανία εγκαταστάθηκε η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη Στουτγάρδη το 1882, και ήταν σε θέση να τροφοδοτήσει μέχρι 30 λάμπες πυρακτώσεως, με συνολική ισχύ 1.5kW. Την ίδια εποχή άρχισαν να φωτίζονται οι δρόμοι του Βερολίνου με ηλεκτρικές λάμπες χαμηλής ισχύος, οι οποίες τροφοδοτούνταν από γειτονικές μονάδες παραγωγής. Το 1885, εγκαταστάθηκε στην πόλη, ο πρώτος μεγαλύτερος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος είχε από την πόλη την άδεια να τροφοδοτεί καταναλωτές μέχρι σε ακτίνα 800 μέτρα. Σε αυτή τη περιοχή είχε η εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το δικαίωμα να τοποθετεί αγωγούς για την παροχή ρεύματος (Εικ.1.1).



Εικόνα 1.1 Ο Σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Βερολίνο (1885) (πηγή: <http://sfrang.com/historia/selida604.htm>)

Το μεγάλο *μειονέκτημα* της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η δύσκολη, σχεδόν αδύνατη μακροχρόνια αποθήκευσή της. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να καταναλώνεται ταυτόχρονα με την παραγωγή της ή να αποθηκεύεται αφού πρώτα μετατραπεί σε άλλες μορφές ενέργειας (π.χ. χημική, δυναμική κλπ.). Η ανάγκη άμεσης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας έχει οδηγήσει στην κατασκευή ενός πλέγματος ηλεκτρικών

δικτύων σε όλο τον πλανήτη, έτσι ώστε να μπορεί να μεταφέρεται εύκολα, από το σημείο παραγωγής της, στο σημείο κατανάλωσης.

Η *παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια* στην Ελλάδα, είναι τριφασική συχνότητας 50 Hz 240/400 V. Η *τροφοδοσία* στο δίκτυο γίνεται με συνδεδεμένες μονάδες ως εξής (Αντωνιάδης, 2013):

- μεγάλη ισχύς,
- μικρή ισχύς για δίκτυα διανομής, και
- τοπικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις 240/400 V.

Η *Διασύνδεση* των ηλεκτρικών δικτύων παρέχει την δυνατότητα να κατασκευάζονται σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πολύ μεγάλης ισχύος και ελάττωση του αριθμού εφεδρικών εγκαταστάσεων. Οι *καταναλωτές* είναι διασυνδεδεμένοι έτσι ώστε, να εξομαλύνονται οι *αιχμές ισχύος*, γιατί η πιθανότητα ταυτόχρονης ζήτησης μειώνεται. Η θέση των σταθμών παραγωγής προσδιορίζεται από τα εξής κριτήρια (Ανδρίτσος, 2008; Αντωνιάδης, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999):

- *Περιοχές με νερό*, συνήθως προτιμώνται για την κατασκευή θερμοηλεκτρικών σταθμών για λόγους ψύξης. Επίσης, πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζονται σε περιοχές με νερό.
- *Περιοχές με λιγνίτη και υδατοπτώσεις*, χρησιμοποιούνται για την επί τόπου κατασκευή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ψύξη αν δεν υπάρχει νερό, γίνεται με ψυκτικούς πύργους.
- *Περιοχές με λιθάνθρακα, πετρέλαιο και φυσικά αέρια*, συμφέρει να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις ώστε να εξυπηρετηθούν άλλοι παράγοντες όπως η σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο και η ψύξη.

Η παρουσία *Οικολογικών λόγων*, ενδέχεται να αποτρέψει την θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (υποβάθμιση φυσικού περιβάλλοντος, φαινόμενα μόλυνσης κλπ.) σε κάποια τοποθεσία. Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, εξαρτάται από τον βαθμό τεχνολογικής ανάπτυξης της περιοχής. Τα είδη των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα εξής (Αντωνιάδης, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999):

- *Βιομηχανία,*
- *Κίνηση – Μεταφορές,*
- *Οικιακά,*
- *Γεωργία,*
- *διάφορα και απώλειες.*

Οι βασικές *απαιτήσεις* των καταναλωτών είναι οι ακόλουθες (Αντωνιάδης, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999):

- *αξιοπιστία και ποιότητα* της παρεχόμενης ενέργειας,
- η επιχείρηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να *ανταποκρίνεται* στην *συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση*,
- και οι τιμές και η διαμόρφωση των τιμών πρέπει να δείχνουν μια *συνέχεια* και να μη συμβαίνουν *αυθαίρετες αυξήσεις*.

Ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από τα ακόλουθα τέσσερα κύρια μέρη (Αντωνιάδης, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999):

- παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,
- μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας,
- διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, και
- φορτία.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια γεννητριών. Οι σταθμοί παραγωγής βρίσκονται συνήθως μακριά από τα σημεία κατανάλωσης, οπότε η ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να μεταφερθεί στα σημεία κατανάλωσης με τη βοήθεια των γραμμών μεταφοράς. Για να είναι οικονομική η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, θα πρέπει να γίνεται σε υψηλή τάση πράγμα που επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των τριφασικών μετασχηματιστών ανύψωσης τάσης. Μετά στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν οι μετασχηματιστές υποβιβασμού της τάσης από την υψηλή τάση στη μέση τάση και στη χαμηλή τάση. Το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από τις γραμμές διανομής μέσης τάσης και με την βοήθεια των μετασχηματιστών διανομής υποβιβάζεται σε χαμηλή τάση και τις γραμμές διανομής χαμηλής τάσης που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές χαμηλής τάσης.

Τα φορτία των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας ταξινομούνται σε βιομηχανικά, εμπορικά και οικιακά. Η πραγματική ισχύς των φορτίων εκφράζεται σε kW ή MW . Το μέτρο του φορτίου μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η ημερήσια καμπύλη φορτίου μίας ηλεκτρικής εταιρίας είναι μία σύνθεση της ζήτησης φορτίου των διάφορων κατηγοριών καταναλωτών. Η μέγιστη τιμή του φορτίου στη διάρκεια ενός εικοσιτετράωρου ονομάζεται ημερήσια αιχμή φορτίου ή μέγιστο ημερήσιο φορτίο (Αντωνιάδης, 2013).

Γενικά, υπάρχει διαφορά στην αιχμή φορτίου μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών καταναλωτών, η οποία βελτιώνει το συνολικό συντελεστή φορτίου του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Για να λειτουργεί οικονομικά το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θα πρέπει να είναι υψηλός ο συντελεστής φορτίου του συστήματος. Τα σημερινά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν τυπικούς συντελεστές φορτίου από 55 % έως 70 %. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα παρακάτω (Αντωνιάδης, 2013; Schwaller, Gilberti, 1999):

- *τάση*: ονομάζουμε την μέγιστη τάση λειτουργίας μιας γραμμής μεταφοράς.
- *ισχύς βραχυκύκλωσης*: ονομάζουμε την συμβατική ισχύς που αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ, που αποδίδεται στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση βραχυκυκλώματος μέσα σε αυτό.
- *τάση μόνωσης*: αναφέρεται στην τιμή της κρουστικής αντοχής αυτού, δηλαδή της διηλεκτρικής αντοχής της μόνωσης του εξοπλισμού των υποσταθμών σε κρουστικές υπερτάσεις τυποποιημένης μορφής.

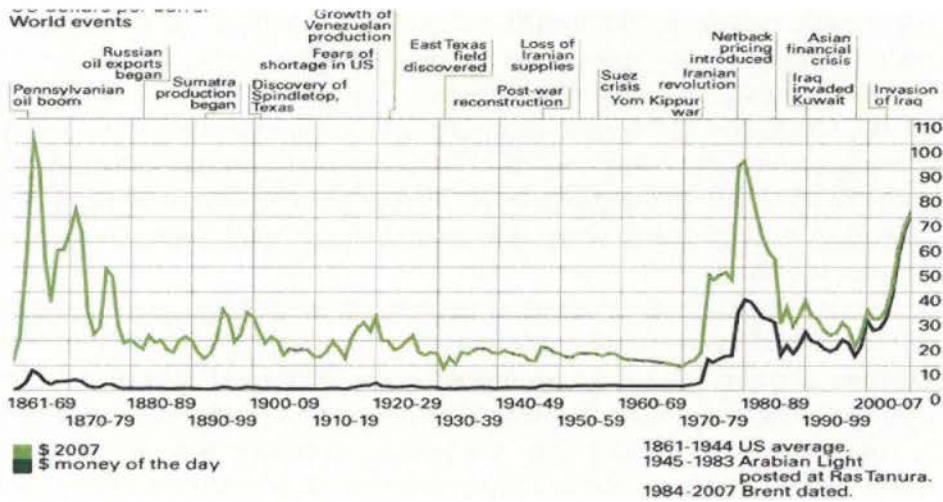
Όταν η λειτουργία ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας είναι καλή και ασφαλής, τότε λέμε ότι το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι σε κανονική κατάσταση λειτουργίας ή μόνιμη κατάσταση λειτουργίας. Ο όρος καλή λειτουργία αφορά περισσότερο τους καταναλωτές, ενώ ο όρος ασφαλής λειτουργία σχετίζεται με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

1.3 Το Ενεργειακό Πρόβλημα

Το «Ενεργειακό Πρόβλημα» εμφανίστηκε για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του '50, αλλά έγινε κορυφαίο θέμα στην παγκόσμια κοινότητα, με τις ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970. Το πρόβλημα μπορεί να τεθεί σε ένα πλαίσιο ερωτήσεων όπως (Ανδρίτσος, 2008):

1. *υπάρχει εξάντληση των συμβατικών ενεργειακών πόρων;*
2. *η ενεργειακή τροφοδοσία, αλλά και οι τιμές της ενέργειας μπορεί να μείνουν σταθερές;*

3. επηρεάζεται η οικονομία και κοινωνία από την μεταβολή της τιμής των καυσίμων;
 Για παράδειγμα, η μεταβολή της τιμής του πετρελαίου σε τρέχουσες και σταθερές τιμές από την πρώτη γεώτρηση στην *Pennsylvanian* μέχρι σήμερα δίνεται στο επόμενο σχήμα.

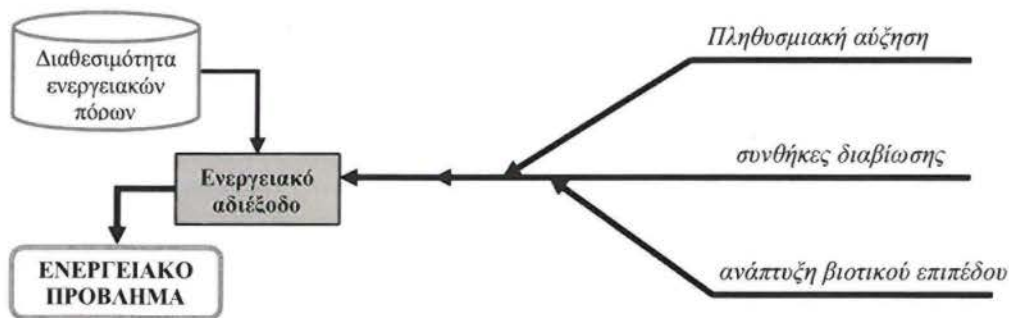


Σχήμα 1.3 Τιμή του αργού πετρελαίου σε δολάρια Η.Π.Α. ανά βαρέλι από το 1861 μέχρι σήμερα (πηγή: BP statistical review of world energy, 2008)

Η ευημερία μιας κοινωνίας, σχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας, όπως εκφράζεται με το δείκτη του κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόντος (ΑΕΠ)¹. Με την είσοδο στον 21^ο αιώνα, η παγκόσμια κοινότητα, βρέθηκε αντιμέτωπη με ένα κυριολεκτικά πρωτοφανές ενεργειακό αδιέξοδο, το οποίο αποτελείται από τις παρακάτω αλληλοσχετιζόμενες συνιστώσες (Σχ.1.4) (Ανδρίτσος, 2008; Tyler-Miller, 2000):

- *πληθυσμιακή αύξηση*: ο πληθυσμός της Γης σήμερα έχει ξεπεράσει τα 6 δισεκατομμύρια και προβλέπεται ότι μπορεί να ξεπεράσει τα 10 δισεκατομμύρια σε 30 χρόνια (Σχ.1.5).
- *συνθήκες διαβίωσης*: η συντριπτική πλειονότητα των ανθρώπων ζουν σε συνθήκες διαβίωσης που μπορούν να χαρακτηριστούν από μη ικανοποιητικές έως άθλιες.
- *ανάπτυξη βιοτικού επιπέδου*: μέχρι σήμερα, η ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου έγινε χωρίς προγραμματισμό και βασίσθηκε στην αλόγιστη χρήση μεγάλων ποσοτήτων, σχετικά φθηνών ενεργειακών πόρων.

¹ Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν είναι το εισόδημα που αποκτούν όλοι οι πολίτες ενός κράτους ανεξαρτήτως αν οι ίδιοι βρίσκονται εντός ή εκτός της χώρας.



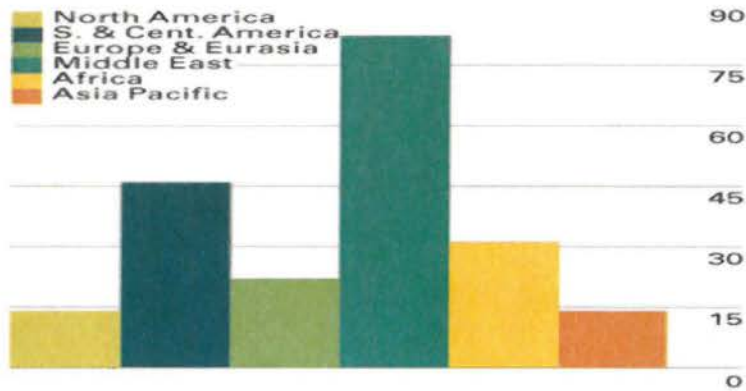
Σχήμα 1.4 Διαγραμματική αναπαράσταση του ενεργειακού προβλήματος



Σχήμα 1.5 Η αύξηση του πληθυσμού της γης σε σχήμα J με προβλέψεις μέχρι το 2100 (πηγή: Tyler-Miller, 2000)

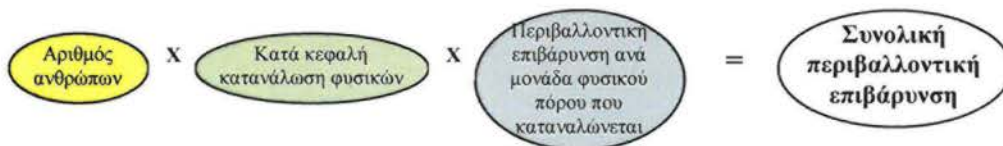
Σχεδόν το 87% των αναγκών της παγκόσμιας οικονομίας και κοινωνίας σε ενέργεια, προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (*fossil fuels*), δηλαδή γαιανθράκων, αργού πετρελαίου, και φυσικού αερίου. Αποτέλεσμα αυτής της χρήσης, είναι οι τεράστιες ποσότητες CO_2 (καθώς και άλλων ανεπιθύμητων συστατικών), που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, και οι οποίες συνεισφέρουν στο λεγόμενο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» (Ανδρίτσος, 2008; Tyler-Miller, 2000).

Μια άλλη διάσταση του προβλήματος αποτελεί η εξαντλησιμότητα των ορυκτών καυσίμων και η μη «δημοκρατική» κατανομή τους. Λίγες χώρες διαθέτουν σχεδόν όλα τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων, όπως καταδεικνύεται για πετρέλαιο στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 1.6 Παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου ανά περιοχή (πηγή: BP report, 2008)

Με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης το πετρέλαιο αναμένεται να διαρκέσει μόνο για τα επόμενα 41 χρόνια και το φυσικό αέριο για τα επόμενα 65 χρόνια². Η αύξηση του πληθυσμού της γης και η συνειδητή προσπάθεια των αναπτυσσόμενων κρατών (κυρίως του τρίτου κόσμου: Αφρική, Λατινική Αμερική, Ν. Α. Ασία) για αύξηση του βιοτικού τους επιπέδου, θα οδηγήσει αναπόφευκτα σε μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, με συνέπεια τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική υποβάθμιση (Σχ.1.7) (Αμπελιώτης, 2008; Tyler-Miller, 2000).



Σχήμα 1.7 Η εξίσωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος (πηγή: Tyler-Miller, 1999)³

Ως συνέπεια των παραπάνω προβλημάτων, τίθεται ως *προσωρινές* και μόνο λύσεις και ως μερική αντιμετώπιση του προβλήματος, η *υποκατάσταση* του γαιάνθρακα από το φυσικό αέριο, η ανάπτυξη της τεχνολογίας ώστε να γίνει δυνατή η ανακάλυψη νέων και η αξιοποίηση «δύσκολων» κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Επίσης, μπορεί να δοθεί έμφαση στις λεγόμενες «καθαρές» τεχνολογίες των γαιανθράκων. Όμως, δύο είναι οι γενικές κατευθύνσεις που μπορούν να δώσουν τουλάχιστο μερική λύση στο να μειωθεί η περιβαλλοντική ρύπανση και να αποδοθούνστις επόμενες γενιές αξιόλογες ποσότητες ορυκτών καυσίμων. Οι κατευθύνσεις αυτές είναι οι εξής (Ανδρίτσος, 2008):

(α) *ορθολογική χρήση της ενέργειας*: βελτίωση του βαθμού απόδοσης των ενεργειακών μετατροπών, μείωση των απωλειών θερμότητας, αντικατάσταση ενεργοβόρων διεργασιών και συσκευών κλπ.

(β) *υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)*: για την σταθερότητα του παγκόσμιου κλίματος απαιτείται η υποκατάσταση τουλάχιστον του 50% της τωρινής χρήσης των ορυκτών καυσίμων.

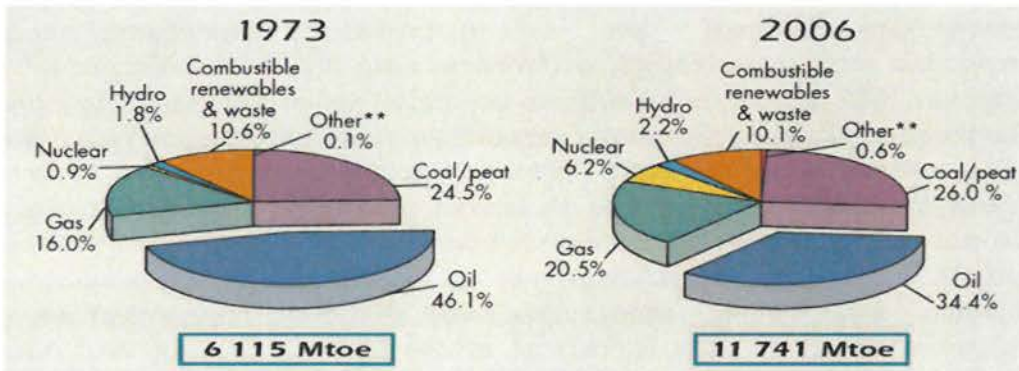
²BP Company, "BP Statistical Review of World Energy, 2008" (www.bp.com).

³Tyler Miller, Jr. G. (1999). Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών. Τόμοι I και II, 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

1.4 Κατανάλωση Ενέργειας

Από το 1965 μέχρι το 2005 η κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε περίπου 2.7 φορές, ενώ αντίστοιχα, ο πληθυσμός της γης περίπου διπλασιάστηκε. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στον κόσμο αυξανόταν από το 1974 μέχρι στο 1992 περίπου 2% κάθε χρόνο. Αντίθετα, στη δεκαετία του '90, η αύξηση είναι μικρότερη, αν και από το 2000 η κατανάλωση άρχισε να αυξάνει και πάλι σημαντικά. Μόνο κατά το 2004-2005, η αύξηση έφθασε στο 2.7%. Γενικά, η κατανάλωση ενέργειας αυξάνει συστηματικά, με δύο μικρές εξαιρέσεις: τη χρονική περίοδο αμέσως μετά τις δύο ενεργειακές κρίσεις του 1973 και του 1979 (Ανδρίτσος, 2008).

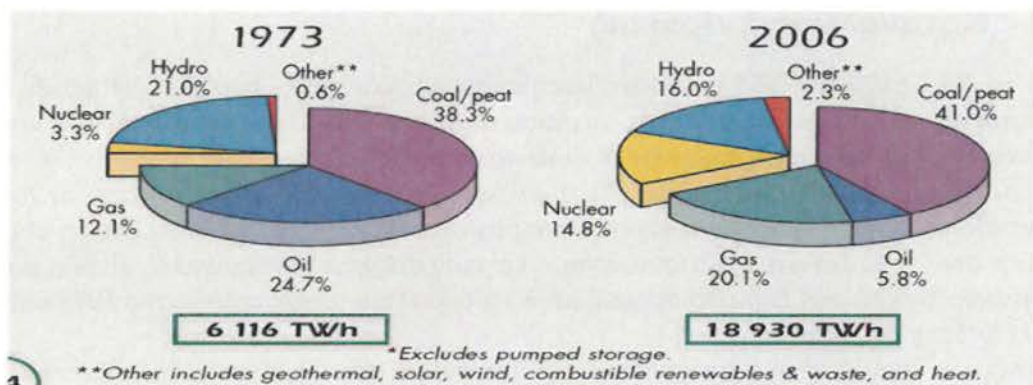
Το επόμενο σχήμα δίνει παραστατικά την κατανομή των πρωτογενών μορφών ενέργειας για το 1973 & 2006. Το πετρέλαιο παραμένει και θα παραμείνει και για τα επόμενα χρόνια, το κυριότερο καύσιμο με συμμετοχή περίπου 34.4% στον κόσμο και ~40% στην ΕΕ. Τα στερεά καύσιμα βρίσκονται στη δεύτερη θέση, αλλά η παραγωγή φυσικού αερίου αυξάνει συστηματικά και σε λίγα χρόνια θα ξεπεράσει την παραγωγή των στερεών καυσίμων. Στην ΕΕ αυτή η αλλαγή συνέβη το 1994.



Σχήμα 1.8 Κατανομή της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ανά μορφή ενέργειας κατά το 1973 και 2006, (πηγή: IEA Key World Energy Statistics, 2008)

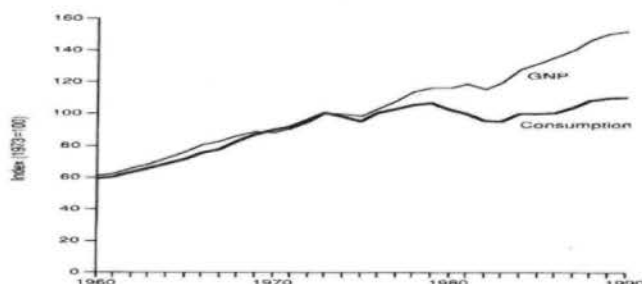
Οι ΑΠΕ, συμμετέχουν με ποσοστό μικρότερο του 10%, ενώ αν συνεκτιμηθεί και η μη εμπορεύσιμη βιομάζα, που είναι ενεργειακή μορφή ιδιαίτερα σημαντική στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες, το ποσοστό της οποίας δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί σε παγκόσμια κλίμακα, το ποσοστό αυτό μπορεί να ανέλθει μέχρι και το 14%, όπως εκτιμούν μερικοί ερευνητικοί οργανισμοί (Ανδρίτσος, 2008).

Η κατανομή των πρωτογενών ενεργειακών πηγών στην παραγωγή της ηλεκτρικής ισχύος παγκόσμια για το 1973 & 2006 παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 1.9 Κατανομή πρωτογενών πηγών ενέργειας στη συνολική παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το 1973 και 2006 (πηγή: IEA Key World Energy Statistics 2008)

Για δύο δεκαετίες πριν από το 1973, η ενεργειακή κατανάλωση συσχετιζόταν πλήρως με την οικονομική ανάπτυξη της χώρας (ΑΕΠ). Από το 1973 μέχρι το 1986, αυτό το πρότυπο διαφοροποιήθηκε δραστικά και ενώ η ενεργειακή κατανάλωση παρέμενε προσεγγιστικά σταθερή, η οικονομία αναπτύχθηκε κατά 40%. Για παράδειγμα, η ένταση ενέργειας των ΗΠΑ μειώθηκε κατά 40% στο παραπάνω χρονικό διάστημα (Σχ.1.10). Τα αρχικά βιαστικά μέτρα για ενεργειακές περικοπές αντικαταστάθηκαν από μακρόχρονα σχέδια για εξοικονόμηση ενέργειας, ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων και διείσδυση των ΑΠΕ, με αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση της έντασης ενέργειας. Το μεγαλύτερο ίσως μέρος από τη βελτίωση του μεγέθους αυτού οφειλόταν στη βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση των αυτοκινήτων, των οικιακών συσκευών, των κλιματιστικών συστημάτων κλπ. Επίσης, μέρος όμως της βελτίωσης, οφειλόταν και στη συνειδητοποίηση των πολιτών σχετικά με την αλόγιστη σπατάλη της ενέργειας. Οι υψηλές τιμές των καυσίμων, αποτέλεσαν την κινητήρια δύναμη της αύξησης της απόδοσης των συσκευών και της μείωσης της κατανάλωσης από τους πολίτες, αλλά σημαντικό ρόλο έπαιξαν και τα κίνητρα που θέσπισαν οι διάφορες κυβερνήσεις. Στις ΗΠΑ και αλλού τα κίνητρα αυτά άρχισαν να ατονούν ή και να αναιρούνται μετά την επαναφορά των τιμών του πετρελαίου σε χαμηλά επίπεδα κατά τη δεκαετία του '80. Μελετητές, υποστηρίζουν ότι αν δεν υπήρχε αυτή η «χαλάρωση» των μέτρων, το σημερινό τεχνολογικό επίπεδο των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας θα ήταν αρκετά υψηλότερο (Ανδρίτσος, 2008).



Σχήμα 1.10 Συσχέτιση της κατανάλωσης της ενέργειας και της οικονομίας των Η.Π.Α. από το 1960 μέχρι το 1990 (πηγή: Brower, 1997)⁴

Οι διάφορες τελικές χρήσεις της ενέργειας ταξινομούνται συνήθως στους παρακάτω τομείς (Ανδρίτσος, 2008):

- *οικιακός & εμπορικός τομέας*: θέρμανση, μαγείρεμα, κλιματισμός, θερμό νερό, φωτισμός κτλ.).
- *βιομηχανικός τομέας*: χημική, μηχανουργική, μεταλλουργική και άλλες βιομηχανίες, εξόρυξη ορυκτών και καυσίμων, βιομηχανία τροφίμων κλπ. (δεν περιλαμβάνεται η ενέργεια που καταναλώνεται στη μεταφορά των πρώτων υλών και των προϊόντων).
- *τομέας μεταφορών*: οχήματα, πλοία, αεροπλάνα & τρένα (δεν περιλαμβάνονται τα καύσιμα για ορισμένες δραστηριότητες, όπως το ψάρεμα, αλλά περιλαμβάνονται τα καύσιμα για τη μεταφορά πρώτων υλών και προϊόντων της βιομηχανίας).

Συμπερασματικά, οι λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες χρησιμοποιούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνουν για οικιακούς σκοπούς. Αντίθετα, οι αναπτυγμένες χώρες χρησιμοποιούν σημαντικό μέρος της ενέργειας για την ανάπτυξη της βιομηχανίας. Αν υπολογιστούν μαζί ο οικιακός και ο εμπορικός τομέας, τότε προσεγγιστικά, η καταναλισκόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται ισοποσα στους τρεις κύριους τομείς, με τον τομέα των μεταφορών να κυριαρχεί τα τελευταία χρόνια. Οι γεωγραφικές και οι κλιματολογικές συνθήκες, το επίπεδο εκβιομηχάνισης κτλ. επηρεάζουν προφανώς τη συμμετοχή των διαφόρων τομέων. Και στους τέσσερις τομείς υπάρχει σημαντικό περιθώριο για εξοικονόμηση ενέργειας (Ανδρίτσος, 2008).

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα τα τελευταία 40 χρόνια έχει μία σημαντική αύξηση. Από το 1965 μέχρι σήμερα, η κατανάλωση αυξήθηκε περίπου 5 φορές, ενώ η αντίστοιχη αύξηση για τον κόσμο ήταν 2.7 φορές και για την ΕΕ 1.8 φορές. Για παράδειγμα, την δεκαετία 1996-2005 η κατανάλωση παρουσιάζει αύξηση ~24%, μεγαλύτερη από τη μέση αύξηση στον κόσμο που ήταν 20%. Η Ελλάδα, εξαρτάται ενεργειακά από το εισαγόμενο πετρέλαιο, το οποίο συμμετέχει τουλάχιστον κατά 62% στη συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, ποσοστό που είναι το μεγαλύτερο στην ΕΕ. Αν και οι πηγές προέλευσης του πετρελαίου στα διωλιστήρια ποικίλλουν, το Ιράν, η Ρωσία και η Σαουδική Αραβία αποτελούν τις χώρες από τις οποίες εισάγονται περίπου τα δύο τρίτα των συνολικών εισαγωγών αργού πετρελαίου. Η εγχώρια παραγωγή που αφορά το *κοίτασμα Πρίνου* καλύπτει μόλις ένα πολύ μικρό ποσοστό των αναγκών της χώρας. Το φυσικό αέριο από την άλλη, άρχισε να διανέμεται στην Ελλάδα το 1996 από Ρωσία και Αλγερία, και συμμετέχει με περίπου ~7% στην πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας. Ο λιγνίτης αποτελεί το μόνο εγχώριο καύσιμο και χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στην ηλεκτροπαραγωγή. Καλύτερης ποιότητας άνθρακας και μικρές ποσότητες κοκ εισάγονται και χρησιμοποιείται σε ορισμένες βιομηχανίες (τσιμεντοβιομηχανίες και μεταλλουργικές). Η υδροηλεκτρική ισχύς συνεισφέρει κατά 3.9% στην παραγωγή ενέργειας κατά το 2005, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ που υπερέβαινε 3000 ΜWε. Επίσης, εκτιμάται ότι η βιομάζα συνεισφέρει περίπου 3% στον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας (Ανδρίτσος και άλλοι, 1999; Ανδρίτσος, 2008; Brower, 1997; Φαναριώτης, 2009).

⁴Brower, M. (1997). *Cool Energy: Renewable Solutions to Environmental Problems*. MIT Press.

Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ φαίνεται στον επόμενο πίνακα (Σχ.1.11) (Λάζος, 2008, Τούλογλου, 2006):

Πίνακας 1.1 Κατανάλωση κατανομής ενέργειας ΕΕ

Κατηγορίες	Ποσοστό κατανομής κατανάλωσης ενέργειας
Κτήρια	40%
Βιομηχανία	28%
Μεταφορές	32%



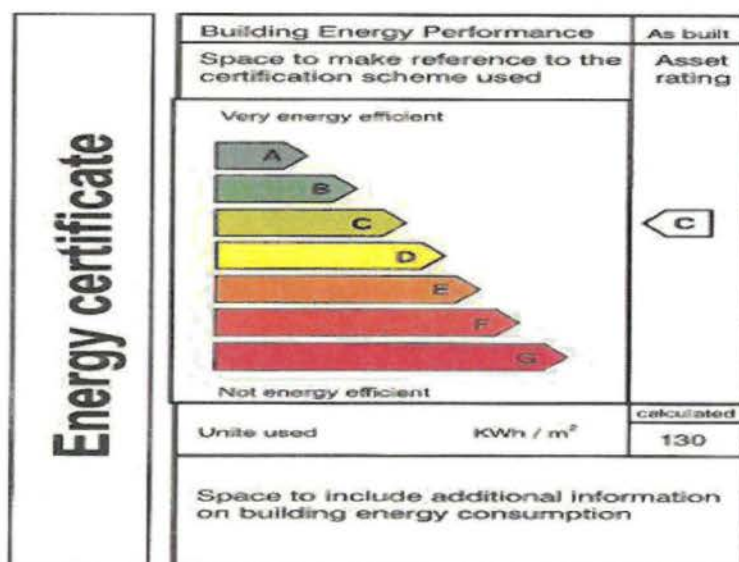
Σχήμα 1.11 Κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ

Στην κατηγορία των κτηρίων τα 2/3 της ενέργειας οφείλεται στις οικίες (26% επί του συνόλου) και το υπόλοιπο 1/3 οφείλεται στα γραφεία (14% επί του συνόλου). Ενδεικτικά όσον αφορά τις οικίες, το 77% της ενέργειας καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό ενώ κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τα γραφεία. Δεδομένου ότι δεν είναι όλα τα κτήρια φτιαγμένα με τον ενεργειακά βέλτιστο τρόπο (σωστή μόνωση κλπ.) και δεδομένου ότι οι περισσότεροι χρήστες των κτηρίων δεν κάνουν σωστή διαχείριση της ενέργειας, είναι φανερό ότι υπάρχει περιττή σπατάλη ενέργειας (Λάζος, 2008, Τούλογλου, 2006).

Η ΕΕ, θέλοντας να τηρήσει το πρωτόκολλο του Κιότο⁵, το οποίο αναφέρεται στην μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 5% (σε σχέση με το 1990) μέχρι το 2010, θέσπισε το 2006 μια νέα κοινοτική οδηγία προς τα κράτη μέλη. Αυτή η οδηγία αναφέρεται στην απόδοση

⁵Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος που προκαλείται λόγω της αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

ενεργειακής ταυτότητας σε όλα τα κτήρια. Η βαθμολογία που θα παίρνει το κάθε κτήριο θα αποδίδεται μετά από ενεργειακή μελέτη και θα εξαρτάται από την ενέργεια που καταναλώνει, από την έκταση του σε τετραγωνικά μέτρα, από το αν αξιοποιεί σωστά την ενέργεια, από το αν χρησιμοποιεί ΑΠΕ, από το αν μολύνει το περιβάλλον κ.α. (Σχ.1.12)(Λάζος, 2008).



Σχήμα 1.12 Μορφή πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου κατηγορίας C

1.5 Ενεργειακή Ανάλυση Συστημάτων

Η διαθεσιμότητα της κατάλληλης μορφής ενέργειας στον κατάλληλο τόπο και χρόνο, επιτυγχάνεται μετεχνικά συστήματα, τα οποία εξασφαλίζουν τόσο την μετατροπή της πρωτογενώς διαθέσιμης ενέργειας στη συγκεκριμένη χρήσιμη μορφή της, όσο και τη μεταφορά και πιθανή αποθήκευσή της. Βέβαια κατά την μετατροπή μιας διαθέσιμης μορφής ενέργειας σε μιαν άλλη, δεν προκύπτουν μόνο οι επιθυμητές μορφές ενέργειας αλλά πιθανά και άλλες μορφές ενέργειας. Αυτές οι ανεπιθύμητες μορφές ονομάζονται απώλειες ενέργειας (Αντωνιάδης, 2013).

Στη φυσική υπάρχουν, εκτός από την ενέργεια, ένας μεγάλος αριθμός μεγεθών όπως η μάζα, η ορμή, η εντροπία, η ποσότητα σωματιδίων ή ακόμα και με μονωμένες μορφές ενέργειας. Όλα αυτά τα μεγέθη έχουν το κοινό ότι, παρόλο που το ισοζύγιό τους υπολογίζεται με διαφορετικές σχέσεις, μπορούν να αναχθούν σε μια βασική δομή, η οποία αναφέρεται για όλα τα ισοζύγια στις εξής τρεις βασικές διεργασίες (Αντωνιάδης, 2013):

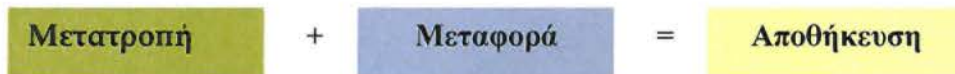
- αποθήκευση,
- μεταβίβαση ή μεταφορά πέρα από τα όρια του συστήματος, και
- μετατροπή.

Από τα παραπάνω προκύπτει η γενική μορφή ενός ισοζυγίου (Σχ.1.13):

$$\text{Αποθήκευση} = \text{Μετατροπή} + \text{Μεταφορά} \quad (1.1)$$

Τα *ισοζύγια των φυσικών μεγεθών*, μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με το είδος του *ισοζυγίου*:

- στα *ολοκληρωμένα ισοζύγια*, τα οποία χρησιμοποιούνται για ολόκληρες εγκαταστάσεις ή τμήματα αυτών και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, και
- στα *διαφορικά ισοζύγια*, τα οποία επιτρέπουν τη θεωρητική εξέταση και μοντελοποίηση της χρονικής και τοπικής έννοιας στα συστήματα.



Σχήμα 1.13 Γενική μορφή ισοζυγίου

Το *μέγεθος ισοζυγίου* είναι γενικά ένα τυχαίο μέγεθος X , το οποίο είναι ανάλογο της μάζας της ύλης, και μπορεί να θεωρηθεί και *μονάδα μάζας*. Έτσι, μπορεί να προστεθεί και να υπεισέλθει σε ένα *ισοζύγιο*. Στην *ανάλυση ενεργειακών συστημάτων*, τα σπουδαιότερα φυσικά μεγέθη που μπορούν να μπουν στο *ισοζύγιο* είναι: (α) μάζα m , (β) σωματίδια n , (γ) ενέργεια E , (δ) εντροπία S , (ε) ορμή J , (στ) και στροφορμή L . Τα μεγέθη αυτά μπορούν να είναι γραμμικά (π.χ. m , n , E , S , ή $E\chi$) ή διανυσματικά (π.χ. J , ή L) (Αντωνιάδης, 2013).

Για τη *μελέτη ισοζυγίων*, εκτός από τα μεγέθη του *ισοζυγίου*, επιβάλλεται να καθοριστεί και το *πεδίο ισοζυγίου* μέσω συγκεκριμένων ορίων ή συνόρων, τα οποία περικλείουν το σύστημα. Ο χώρος που καθορίζεται από τα όρια αυτά ονομάζεται σύστημα. Σε *τεχνικά ισοζύγια* ο χώρος αυτός είναι συχνά ένας κλειστός όγκος ή ένα απειροελάχιστα μικρό στοιχείο όγκου. Μπορεί, όμως, να είναι και μία μηχανική εγκατάσταση, ένα τμήμα της εγκατάστασης ή συγκεκριμένες διατάξεις της εγκατάστασης. Το πεδίο *ισοζυγίου* δεν χρειάζεται να είναι χωροταξικά σταθερό, μπορεί να είναι και μια ροή ενός εν κινήσει στοιχείου, με όγκο dV . Καθορίζοντας το πεδίο του *ισοζυγίου*, υπάρχουν κατά βάση τέσσερα (4) διαφορετικά είδη συστημάτων (Αντωνιάδης, 2013):

- *αποκλεισμένα συστήματα*: σε αυτά δεν υπάρχει καμία ανταλλαγή με το περιβάλλον.
- *κλειστά συστήματα*: σε αυτά μπορεί να ανταλλαγεί ενέργεια με το περιβάλλον.
- *ανοιχτά συστήματα*: σε αυτά μπορεί να γίνει ανταλλαγή ύλης και ενέργειας με το περιβάλλον.
- *αδιαβατικά συστήματα*: σε αυτά δεν είναι εφικτή η μεταφορά ενέργειας από και προς το περιβάλλον.

Όλα τα *ενεργειακά ισοζύγια* ορίζονται για ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα $\Delta t_{12} = t_2 - t_1$ ή για ένα απειροελάχιστα μικρό χρονικό διάστημα dt . Συνεπώς, αντίστοιχα πεπερασμένες (ΔX) ή απειροελάχιστα μικρές (dX) είναι και οι μεταβολές των μεγεθών του *ισοζυγίου*.

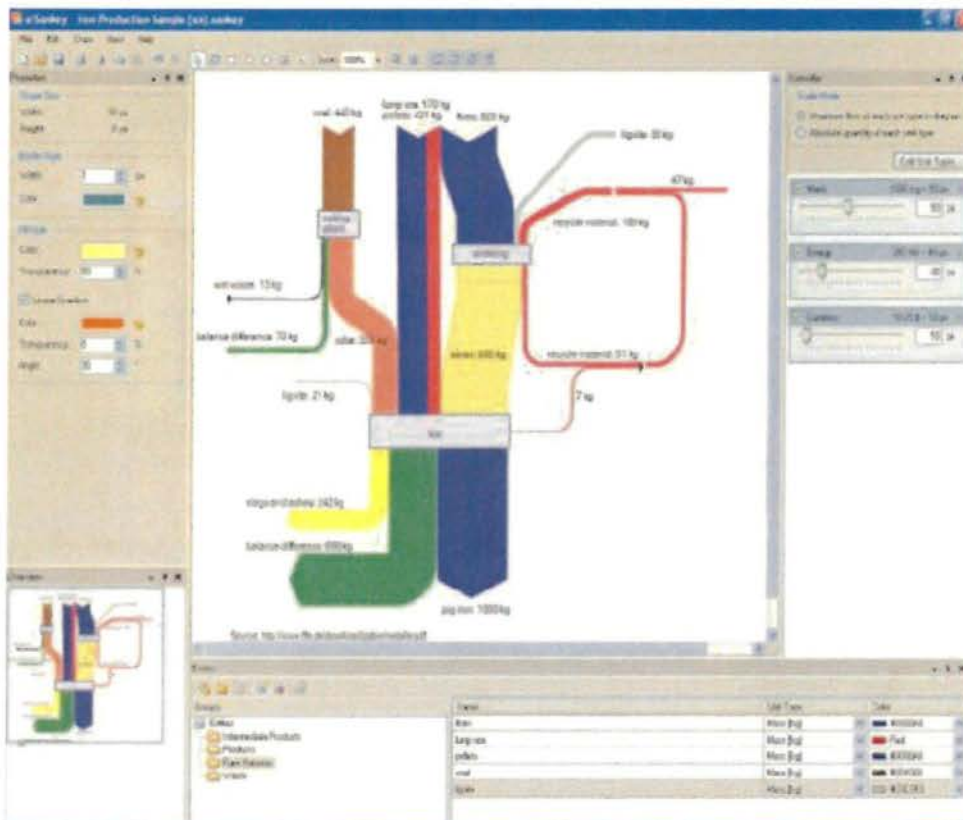
Το *ολοκληρωμένο ενεργειακό ισοζύγιο* εξυπηρετεί τον έλεγχο ολόκληρων συστημάτων ή ολόκληρων τμημάτων εγκαταστάσεων, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της μάζας και της ενέργειας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θεωρητικές αναλύσεις σε σταθερά και

δυναμικά συστήματα. Χρησιμοποιείται για την επίλυση διεργασιών σε τεχνικά συστήματα ή τμήματα αυτών, στα οποία είναι γνωστές οι εισερχόμενες ροές μεγεθών ή μερικά σταθερά μεγέθη του συστήματος. Τα ολοκληρωμένα ενεργειακά ισοζύγια μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες (Αντωνιάδης, 2013):

- στα «ολοκληρωμένα ισοζύγια ενέργειας» και
- στα «ολοκληρωμένα ισοζύγια ροών».

Στα «ολοκληρωμένα ισοζύγια ενέργειας» παρατηρεί κανείς πεπερασμένες ποσότητες, οι οποίες μεταφέρονται, αποθηκεύονται ή μετατρέπονται στο σύστημα, ενώ στα «ολοκληρωμένα ισοζύγια ροών» παρατηρεί κανείς μία ή περισσότερες ροές, οι οποίες εισρέουν, αποθηκεύονται ή μετατρέπονται μέσα στο σύστημα.

Τα ενεργειακά ισοζύγια των τεχνικών συστημάτων μπορούν να παρασταθούν με διαγράμματα ροής που ονομάζονται και *διαγράμματα Sankey* (Εικ.1.2). Τα διαγράμματα αυτά επιτρέπουν την ποσοτική περιγραφή διεργασιών του συστήματος για μετατροπή και χρήση ενέργειας και δίνουν μια καλή σύνοψη της τελικής επιθυμητής ενέργειας, με τη γραφική παρουσίαση των εμφανιζόμενων ροών ενέργειας καθώς και των ροών απώλειας ενέργειας που παρατηρούνται στο σύστημα. Επομένως, είναι κατάλληλα για σύγκριση διαφορετικών ενεργειακών συστημάτων που εξασφαλίζουν την ίδια τελική επιθυμητή ενέργεια αλλά την αποκτούν με διαφορετικούς τρόπους.



Εικόνα 1.2 Διάγραμμα Sankey (πηγή: www.texnikanea.gr)

Για να γίνει εύκολα μια σύγκριση διαφορετικών συστημάτων, τα αριθμητικά δεδομένα ανάγονται όλα σε διάθεση 100 μονάδων επιθυμητής ή τελικής ενέργειας. Μπορεί εύκολα να αναγνωρισθεί σε ποια υποσυστήματα εμφανίζονται ροές απωλειών και πόσο υψηλές είναι, η αρχική χρησιμοποιούμενη ενέργεια και η τελική ενέργεια που καταναλώνεται, όταν πρέπει να διατεθούν 100 μονάδες χρήσιμης ενέργειας, για παράδειγμα η θερμότητα για τη θέρμανση ενός κτιρίου (Πιν.1.2).

Για παράδειγμα, στο παρακάτω πίνακα, το σύστημα της ηλεκτρικής θέρμανσης, εμφανίζονται μηδενικές απώλειες στο σύστημα προετοιμασίας ή παραγωγής χρήσιμης ενέργειας για το χρήστη, αντίθετα όμως παρατηρούνται υψηλές απώλειες στο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στο σύστημα μεταφοράς. Έτσι, απαιτούνται 294 μονάδες αρχικής ενέργειας για να παραχθούν 100 μονάδες χρήσιμης ενέργειας στην τελική της μορφή. Αντίθετα, στη χρήση μιας ηλεκτροκίνητης αντλίας θερμότητας, απαιτούνται μόνο 101 μονάδες αρχικής ενέργειας, ενώ σε μια αντλία θερμότητας, που λειτουργεί με φυσικό αέριο μόνο 71 μονάδες. Η καλή απόδοση αυτών των συστημάτων οφείλεται στο ότι και στα δύο συστήματα η θερμότητα του περιβάλλοντος, η οποία δεν αποτελεί έξοδο, μπορεί εν μέρει να αξιοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών θερμότητας.

Πίνακας 1.2 Κατανάλωση κατανομής ενέργειας ΕΕ (πηγή: Παπαδόπουλος, 2002)⁶

Σύστημα	Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας	Ενεργειακός Πόρος
Ηλεκτρική Θέρμανση	294	Λιγνίτης
Θέρμανση Πετρελαίου	125	Πετρέλαιο
Θέρμανση Φυσικού Αερίου	119	Φυσικό αέριο
Θέρμανση με Αντλία Θερμότητας	101	Λιγνίτης
Θέρμανση Συνδυασμένου Κύκλου	71	Φυσικό αέριο

Για να μπορεί να είναι εφικτή η σύγκριση μεταξύ ενεργειακών συστημάτων, εισάγονται κάποια βασικά μεγέθη τα οποία ανάγουν το άθροισμα των τελικών μορφών ενέργειας (επιθυμητό αποτέλεσμα) στο άθροισμα των εισαγόμενων αρχικών μορφών ενέργειας (κόστος). Οι κυριότερες κατηγορίες μεγεθών, είναι οι εξής (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002):

- βαθμοί απόδοσης του ισοζυγίου:

$$\text{Βαθμός Απόδοσης} = \frac{\sum \text{τελικές μορφές ενέργειας}}{\sum \text{προσδιδόμενες μορφές ενέργειας}} \quad (1.2)$$
- αριθμοί απόδοσης ή συντελεστές απόδοσης:

$$\text{Αριθμός Απόδοσης} = \frac{\sum \text{τελικές μορφές ενέργειας}}{\sum \text{μορφές ενέργειας με φορέα}} \quad (1.3)$$

⁶Παπαδόπουλος, Α. Μ. (2002). Οικονομική Ανάλυση Ενεργειακών Συστημάτων. ΑΠΘ - Πολυτεχνική Σχολή, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών.

Στους βαθμούς απόδοσης μπορεί να γίνει ο διαχωρισμός μεταξύ του *βαθμού απόδοσης* που συμβολίζεται με το γράμμα η , και του *βαθμού ωφέλειας* που συμβολίζεται με το γράμμα ζ . Οι *βαθμοί απόδοσης* (η), αναφέρονται σε συγκεκριμένα τμήματα του συστήματος. Θέτουν σε σχέση την προσδιδόμενη στο σημείο αυτό *ροή ενέργειας* $E_{\pi\rho,i}$ με την εμφανιζόμενη *χρήσιμη ροή ενέργειας* $E_{\chi\rho,i}$:

$$\eta = \Sigma E_{\pi\rho,i} / \Sigma E_{\chi\rho,i} \quad (1.4)$$

Οι *βαθμοί ωφέλειας* (ζ), αντίθετα, αναφέρονται σε συγκεκριμένους χρόνους, συσχετίζοντας τις ποσότητες ενέργειας που προσφέρονται ή απαίγονται από το σύστημα μέσα σε καθορισμένο χρονικό διάστημα $\Delta_{112} = t_2 - t_1$. Με τον τρόπο αυτό, περιγράφετε ο *ολοκληρωμένος κύκλος διεργασιών* (σταθερών και μεταβατικών καταστάσεων) για το διάστημα Δ_{112} . Με το βαθμό ωφέλειας πρέπει πάντα να δίνεται και ο *αντίστοιχος χρόνος αναφοράς*:

$$\zeta = \Sigma \Delta E_{\zeta,i,12} / \Sigma \Delta E_{\pi\rho,i,12} \quad (1.5)$$

Ανάλογα με τους βαθμούς απόδοσης και ωφέλειας διαφοροποιούνται οι αριθμοί σε *αριθμούς απόδοσης* και *αριθμούς εργασίας* (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002).

Οι *αριθμοί απόδοσης* συνδέουν τις *ροές τελικής ενέργειας* E_{ζ} , με τις *ροές ενέργειας που προσδίδονται στους φορείς ενέργειας* $E_{t,\pi\rho,i}$, και συσχετίζουν με αυτόν τον τρόπο καταστάσεις λειτουργίας ή διεργασίας του συστήματος ανάλογα με το βαθμό απόδοσης:

$$\varepsilon = \Sigma E_{\zeta,i} / \Sigma E_{t,\pi\rho,i} \quad (1.6)$$

Οι *αριθμοί εργασίας* συνδέουν τις ποσότητες τελικής ενέργειας $\Delta E_{\zeta,i,12}$ που παίρνουμε στο χρόνο Δ_{112} με τις προσδιδόμενες ποσότητες $\Delta E_{t,\pi\rho,i,12}$ και συσχετίζουν με τον τρόπο αυτό συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα ανάλογα με το βαθμό ωφέλειας:

$$\beta = \Sigma \Delta E_{\zeta,i,12} / \Sigma \Delta E_{t,\pi\rho,i,12} \quad (1.7)$$

Στον επόμενο πίνακα, δίνονται παραδείγματα από βαθμούς και αριθμούς ενεργειακών συστημάτων (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002):

Πίνακας 1.3 Βαθμοί και αριθμοί ενεργειακών συστημάτων

Χαρακτηρισμός	Σύμβολο	Σχέση
Βαθμός απόδοσης μιας μηχανής εσωτερικής καύσης	η	$W_{\text{απο}} / Q_{\text{προς}}$
Βαθμός ισχύος μιας αντλίας θερμότητας	ϵ	$Q_{\text{απο}} / W_{\text{προς}}$
Βαθμός απόδοσης ενός λέβητα	η	$Q_{\text{απο}} / H_{\text{λεβ,προς}}$
Ετήσιος βαθμός ωφέλειας ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας	ζ	$\Delta W_{\text{ηλ,χρς}} / H_{\text{λεβ,προς,χρ}}$
Βαθμός απόδοσης συλλεκτική ηλιακής ενέργειας	η	$H_{\text{απο}} / E_{\text{ηλιακή}}$
Ημερήσιος βαθμός ωφέλειας ενός συσσωρευτή	ζ	$E_{\text{απο,μέρα}} / E_{\text{προς,μέρα}}$

Επίσης, στους επόμενους πίνακες, παρατίθενται συνοπτικά οι συνηθέστερες χρησιμοποιούμενες μονάδες ενέργειας καθώς και η θερμογόνος ισχύς των βασικότερων ενεργειακών πόρων (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002):

Πίνακας 1.4 Μονάδες ενέργειας και θερμογόνος ισχύς

Μονάδα	Σύμβολο	Αντιστοίχιση
Κιλοβατώρα	kWh	1 kWh = 3.600 kJ
Θερμίδα	cal	1 cal = 4.1868 J
Τόνος Ισοδυνάμου Πετρελαίου	ΤΙΠ (ΤΟΕ)	1 ΤΙΠ = 41,868 GJ
Κανονικό κυβικό μέτρο Φυσικού αερίου	Nm ³	1 Nm ³ = 35,169 MJ
Βαρέλι πετρελαίου	bbl	1 bbl = 159 l \approx 1/7 t 1 bbl \approx 5,981 MJ

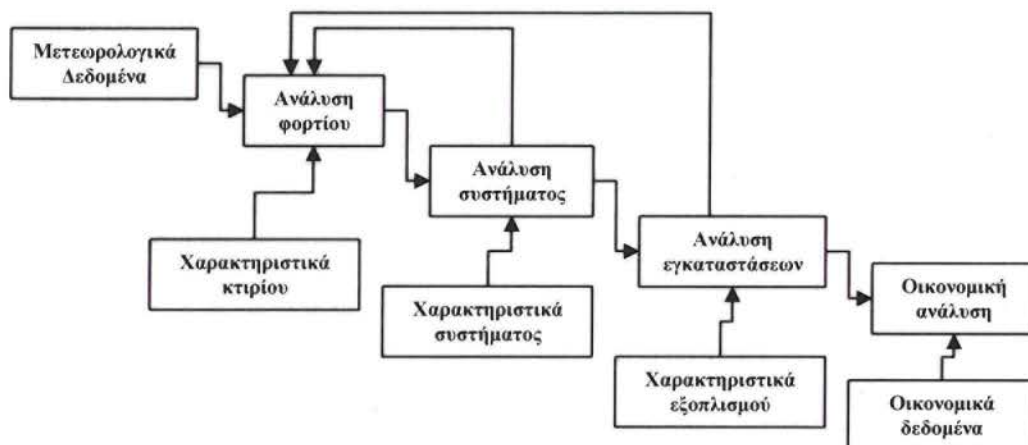
Πίνακας 1.5 θερμογόνος ισχύς βασικότερων ενεργειακών πόρων

Ενεργειακός πόρος	Κατώτερη θερμογόνος ισχύς h_u MJ /kg
Ξυλεία (ξηρή)	15,3
Λιγνίτης	8
Λιθάνθρακας	30
Πετρέλαιο S (βαρύ)	40
Πετρέλαιο EL (ελαφρύ)	42,7
Πετρέλαιο κίνησης	42,7
Βενζίνη	43,1
Φυσικό αέριο θέρμανσης	47,6

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ενεργειακής ανάλυσης κλιμακούμενης πολυπλοκότητας. Οι κυριότεροι μέθοδοι είναι οι εξής (Μόσχου, 2011):

- *μέθοδος βαθμοημερών (degree-day method)*: είναι μία απλή προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού του καταναλισκόμενου θερμικού φορτίου και εφαρμόζεται για μόνιμες συνθήκες στο εσωτερικό μικρών κτιρίων. Η διαδικασία υπολογισμού είναι βασισμένη στην παραδοχή ότι ένα ποσό ηλιακής και εσωτερικής ενέργειας αντισταθμίζει τις απώλειες θέρμανσης όταν η μέση εξωτερική θερμοκρασία είναι $18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($65\text{ }^{\circ}\text{F}$). Η κατανάλωση ενέργειας είναι ανάλογη της διαφοράς μεταξύ της ημερήσιας μέσης θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας 18.3°C (65°F). Οι βαθμοημέρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χαρακτηρισμό της δριμύτητας του κλίματος και επιπλέον χρησιμεύουν στην εκτίμηση ενεργειακών υπολογισμών για σύγκριση των θερμικών απαιτήσεων κτιρίων σε διαφορετικές τοποθεσίες.
- *τροποποιημένη μέθοδο βαθμοημερών*: Εξαιτίας της ανακρίβειας της μεθόδου λόγω της χρήσης των 18.3°C (65°F) ως θερμοκρασίας αναφοράς, στην τροποποιημένη μέθοδο χρησιμοποιείται ένας διορθωτικός παράγοντας C_D . Πρόκειται για ένα εμπειρικό διορθωτικό παράγοντα που αφορά την επίδραση της θέρμανσης στον υπολογισμό των βαθμοημερών για τους 18.3°C (65°F). Χρησιμοποιείται κυρίως για την θέρμανση λόγω καλύτερης αποτελεσματικότητας.
- *μέθοδος μεταβλητής αναφοράς βαθμοημερών (variable-base degree-day method)*: είναι μία γενίκευση της ευρύτερης μεθόδου των βαθμοημερών. Συγκεκριμένα, υπολογίζει τις βαθμοημέρες σύμφωνα με το σημείο ισορροπίας της θερμοκρασίας για ένα κτίριο, δηλαδή την εξωτερική θερμοκρασία για την οποία δεν απαιτείται ούτε θέρμανση ούτε ψύξη. Σε αυτή τη θερμοκρασία το ποσό εσωτερικής και ηλιακής θέρμανσης αντισταθμίζει τις απώλειες από την κατασκευή του κτιρίου.
- *μέθοδος bin ή συχνότητας θερμοκρασίας (bin method)*: η μέθοδος αυτή βασίζεται στην πραγματοποίηση στιγμιαίων θερμικών και ψυκτικών ενεργειακών υπολογισμών σε πολλές διαφορετικές εξωτερικές θερμοκρασιακές συνθήκες (bin) και στον πολλαπλασιασμό των αποτελεσμάτων με τον αριθμό των ωρών διάρκειας της καθμίας συνθήκης (bin).
- *τροποποιημένη μέθοδος bin (modified bin method)*: διαφέρει από την προηγούμενη μέθοδο καθώς αποτελεί μία νέα προσέγγιση που βασίζεται σε φορτία τα οποία δεν είναι τα μέγιστα δυνατά και για συνθήκες μη σχεδιαζόμενες. Με τη μέθοδο αυτή προκύπτουν βάσιμες και λογικές μηνιαίες/ετήσιες εκτιμήσεις ενέργειας κτιρίων με έναν απλούστερο τρόπο σε σχέση με τα λεπτομερειακά προγράμματα ωριαίας προσομοίωσης. Η μέθοδος είναι κατάλληλη κυρίως για εφαρμογή σε κτίρια έκτασης 500 έως $2500\text{ }m^2$. Οι υπολογισμοί της τροποποιημένης μεθόδου bin μπορούν να γίνουν με το χέρι, ωστόσο για αυτό το σκοπό διατίθενται και υπολογιστικά προγράμματα.
- *Λεπτομερειώδης ενέργεια κτιρίων και προσομοίωση συστημάτων*: Τα μοντέλα προσομοίωσης είναι ευέλικτα εργαλεία σχεδιασμού τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση συμπεριφοράς συστημάτων. Στην περίπτωση προσομοίωσης σχεδιασμού κτιρίων, τα μοντέλα προσομοίωσης δίνουν πληροφορίες για τη συμπεριφορά ενός κτιριακού συστήματος υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Βασίζονται σε δύο είδη στρατηγικών προσομοίωσης: (α) προσέγγιση αλληλουχίας (διαδοχικά βήματα υπολογισμού και προσομοιώσεων)

και (β) επίλυση ταυτόχρονης προσέγγισης (επιτρέπει τη διασύνδεση μεταξύ φορτίων, συστήματος και εγκατάστασης) (Σχ.1.14).

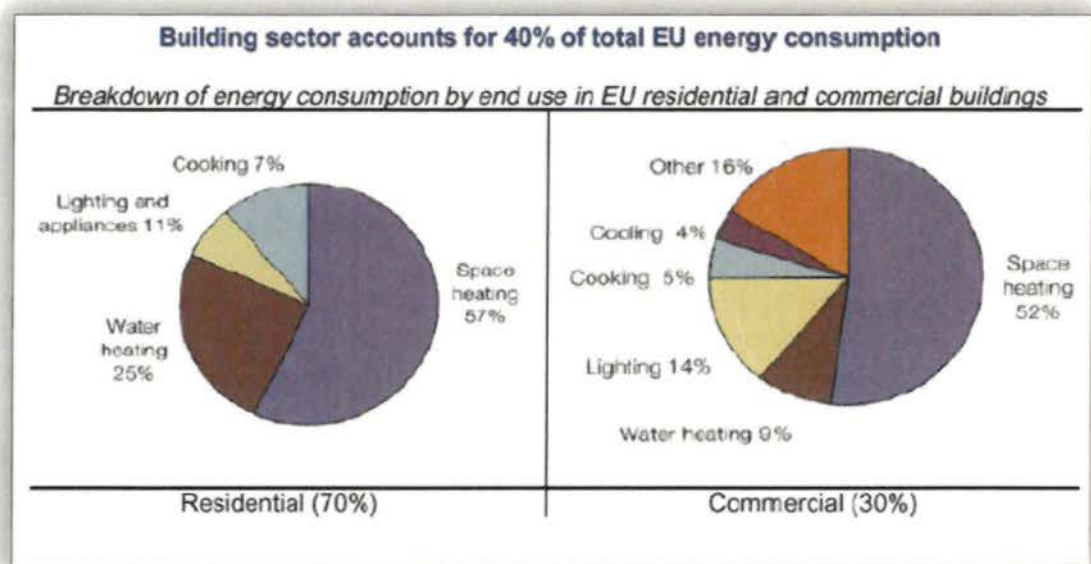


Σχήμα 1.14 Επίλυση ταυτόχρονης προσέγγισης (πηγή: Μόσχου, 2011)

1.6 Ενεργειακή Απόδοση και Κτίρια

Το Μάρτιο του 2000, η Επιτροπή της ΕΕ παρουσίασε το σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην ΕΕ. Σε αυτό το σχέδιο δράσης σημειώνεται πως το εκτιμώμενο δυναμικό για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην ΕΕ εξακολουθεί να υφίσταται και είναι σημαντικό, αφού υπερβαίνει το 18% της σημερινής ενεργειακής κατανάλωσης. Αυτό οφείλεται στα εμπόδια της αγοράς που αποτρέπουν την ικανοποιητική διάδοση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών και, κατά συνέπεια, την πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας. Το δυναμικό αυτό είναι ισοδύναμο με παραπάνω από 160 Mtoe ή 1990 TWh (1 Mtoe=12.44 TWh) και ισοδυναμεί με τη συνολική ζήτηση στην Αυστρία, το Βέλγιο, την Φιλανδία, την Ελλάδα και την Ολλανδία. Το σχέδιο δράσης περιλαμβάνει πολιτικές και μέτρα για την άρση αυτών των εμποδίων και τη συνειδητοποίηση αυτού του δυναμικού, εστιαζόμενο στους τρεις βασικούς τομείς της οικονομίας: τη βιομηχανία, τις μεταφορές και τα κτίρια (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002).

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ανήλθε το 1998 σε 384 Mtoe (4776.96 KWh) που αντιστοιχεί στο 40% περίπου της συνολικής ετήσιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ (Σχ.1.15). Ως το έτος 2020 προβλέπεται να αυξηθεί στα 457Mtoe (5685.08 TWh). Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας ανέρχεται σε 10.5% και 27.5% αντίστοιχα. Το υπόλοιπο 2.5% αναφέρεται στις ΑΠΕ, που κυρίως χρησιμοποιούνται στις κατοικίες και είναι ένα ποσοστό που μπορεί να αυξηθεί σημαντικά μέσω κατάλληλων κινήτρων. Η οικιακή χρήση αποτελεί το 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα στην Ελλάδα. Στα νοικοκυριά η κατανάλωση ανέρχεται σε 252 Mtoe (3134,88 TWh) και στα εμπορικά και δημόσια κτίρια σε 108 Mtoe (1343,52 TWh), ενώ ο λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα είναι 0.25 και 0.68 αντίστοιχα. Η μέση κατανάλωση ανά τετραγωνικό μέτρο αυξάνεται κατά 1.3% ετησίως στον τομέα των υπηρεσιών (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002).



Σχήμα 1.15 Κατανάλωση Ενέργειας κτιρίων στην ΕΕ (πηγή: Πράσινη βίβλος για την ενέργεια, ΕΕ, 2001)

Στον κτιριακό τομέα η νομοθεσία αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια και ιδιαίτερα στη μείωση της ενεργειακής έντασης στις νέες κατασκευές, με κλασικό παράδειγμα τους αυστηρότερους κανονισμούς *θερμομόνωσης*. Επιπρόσθετα, προγράμματα επίδειξης και διάχυσης της τεχνολογίας, όπως προγράμματα προώθησης ηλιακών συλλεκτών, έχουν αυξήσει τη χρήση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας στα κτίρια. Μονάδες μικρής κλίμακας με τεχνολογίες συμπαραγωγής έχουν επιτυχώς εφαρμοστεί σε αρκετά κράτη μέλη της ΕΕ. Σημαντικό δυναμικό εξακολουθεί να υπάρχει στην ενεργειακή ανακαίνιση του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος, με παρεμβάσεις στο κέλυφος και τα ηλεκτρο-μηχανολογικά (ΗΜ) συστήματα, επενδύσεις σε συσκευές μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης και, τέλος, με την εκπαίδευση για την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας (Αντωνιάδης, 2013; Παπαδόπουλος, 2002).

Είναι παραδεκτό ότι το 20%, της σημερινής χρησιμοποιούμενης ενέργειας, θα μπορούσε να εξοικονομηθεί με άμεσα μέτρα, οδηγώντας στην μη εκπομπή 430 εκ. τόνων CO₂ ετησίως. Εφαρμόζοντας μεγαλύτερης έκτασης μέτρα, το σημερινό επίπεδο τεχνολογίας είναι ικανό να μειώσει την κατανάλωση στα νοικοκυριά και τα γραφεία έως και 60%. Η μεθοδολογία υπολογισμών της *ενεργειακής κτιριακής απόδοσης* βάσει του άρθρου 3, του νόμου περί *Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων - ΚΕΝΑΚ (2008)*, στην Ελλάδα, λαμβάνει υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες (Γαγλία, 2009):

- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία κλπ).
- Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός κλπ), την περίοδο λειτουργίας του κτιρίου (σε ώρες), και τον αριθμό ενοίκων.
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων (διαφανείς και μη επιφάνειες, εσωτερικά χωρίσματα, κλπ.) του κτιριακού κελύφους.

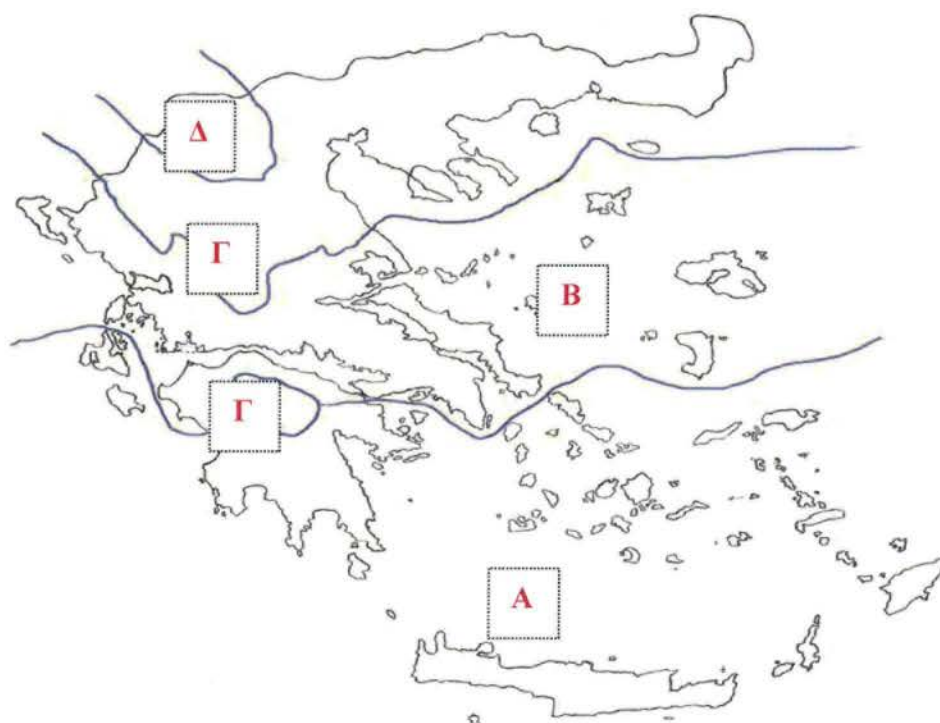
- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα κλπ.) στα οποία θα περιλαμβάνεται και ο προσανατολισμός και ο συντελεστής σκίασης ανά στοιχείο.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάσταση παραγωγής και διανομής θερμού νερού για την θέρμανση των χώρων. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης (μονάδες παραγωγής, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και διανομή ψυχρού μέσου) για την ψύξη των χώρων. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού αερισμού. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7α του ΓΟΚ και την ηλιακή προστασία.
- Συστήματα ΑΠΕ όπως, φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες, ηλιακή και γεωθερμική ψύξη / θέρμανση, κ.α.
- Συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας - ΣΗΘ.
- Συστήματα τηλεθέρμανσης όπου εφαρμόζεται.
- Συστήματα διαχείρισης ενέργειας όπως, αυτοματισμοί, καταγραφικά κλπ.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων αφορούν:

- *Τιμές Αναφοράς:* Οι κατηγορίες ενεργειακής κατάταξης (A+, A, B+, B, κλπ.) καθορίζονται από ένα εύρος τιμών κατανάλωσης ενέργειας για κάθε χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη (Σχ.1.16). Η κατάταξη του κτιρίου γίνεται βάσει της υπολογιζόμενης συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε (kWh/m^2) (Πιν.1.6).
- *Κτίριο Αναφοράς:* καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία B στην ενεργειακή κατάταξη, ενώ οι άλλες κατηγορίες καθορίζονται σαν ποσοστό επί της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Η κατάταξη του κτιρίου γίνεται βάσει της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας σε (kWh/m^2). Το κτίριο αναφοράς έχει την ίδια γεωμετρία, προσανατολισμό, προφίλ λειτουργίας & κλιματικά δεδομένα με το υπό μελέτη κτίριο.

Πίνακας 1.6 Ενεργειακή Κλάση – Όρια κατανάλωσης

Ενεργειακή κλάση	Όρια κατανάλωσης ενέργειας σε kWh/m ²
A+	<60
A	60-80
B+	80-115
B	115-145
Γ	145-165
Δ	165-185
E	185-225
Z	225-265
H	265<



Σχήμα 1.16 Κλιματικές Ζώνες στην Ελλάδα (Α, Β, Γ, Δ)

Ειδικότερα, το κτίριο αναφοράς έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις εγκαταστάσεις Κλιματισμού/Αερισμού/Ψύξης/Θέρμανσης (ΚΑΨΘ) καθώς και εγκαταστάσεις παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ). Για τα

κτίρια εκτός κατοικίας, στο κτίριο αναφοράς, περιλαμβάνονται και πρόσθετες απαιτήσεις για την χρήση και τις εγκαταστάσεις φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα (Γαγλία, 2009):

(α) Κτιριακό κέλυφος

Το κτιριακό κέλυφος του κτιρίου αναφοράς έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διαθέτει θερμομονωμένο κέλυφος και πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις των συντελεστών θερμοπερατότητας του υπό μελέτη σχεδίου.
- Διαθέτει εξωτερικές επιφάνειες (τοιχοποιίες και οροφές) ανοιχτού χρώματος έτσι ώστε να αυξάνεται η ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, με συντελεστή ανάκλασης 0.35. Σε περίπτωση που η στέγη καλύπτεται από κεραμοποιεία ή από ηλιακούς συλλέκτες, η ανακλαστικότητα ορίζεται αντίστοιχα.
- Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας είναι 0.8.
- Διαθέτει τα απαραίτητα σταθερά σκιάδια (πρόβολοι, πέργκολες, μπαλκόνια κλπ.) ανά προσανατολισμό, τέτοια ώστε οι επιμέρους συντελεστές σκίασης, για οριζόντια, πλευρικά σκιάδια καθώς και από τον περιβάλλοντα χώρο, να μην υπερβαίνουν τις τιμές που καθορίζονται. Τα εσωτερικά σκιάδια (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς επίσης τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα τα οποία δεν θεωρούνται σταθερά σκιάδια.
- Διαθέτει υαλοστάσια με συγκεκριμένο συντελεστή διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία G_T και στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας G_v , ανάλογα την χρήση του κτιρίου.
- Οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν χαμηλή σκίαση για όλες τις εποχές.

Ο διεισδυτικός αερισμός αφορά την ποσότητα εκείνη της διεיסδυσης εξωτερικού αέρα μέσω κουφωμάτων η οποία είναι ανεξέλεγκτη και οφείλεται στις χαραμάδες.

- Η διεיסδυση του αέρα για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με $5.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά m^2 κουφώματος.
- Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτίριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο σχεδιαζόμενο κτίριο. Π.χ. για καμινάδα ο αερισμός λαμβάνεται ίσος με $20 \text{ m}^3/\text{h}$ και για θυρίδες αερισμού $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άλλοι τύποι κουφωμάτων:

- Για συρόμενα κουφώματα μονού ή διπλού υαλοπίνακα με στεγανοποιητικές ψήκτρες, η διεיסδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά m^2 κουφώματος.
- Για ανοιγόμενα κουφώματα παλαιού τύπου χωρίς στεγανωτικά, η διεισδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με $12 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά m^2 κουφώματος.

(β) Η/Μ Εγκαταστάσεις

Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού (ΘΨΚ) προκειμένου να εξασφαλίζεται η θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών, όπως ορίζεται από την σχετική νομοθεσία, Τ.Ο.ΤΕΕ 2425 και Τ.Ο.ΤΕΕ 2423. Οι εγκαταστάσεις ΘΨΚ στο κτίριο αναφοράς θα είναι πιστοποιημένες, θα είναι υψηλής απόδοσης και θα διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό που διασφαλίζει την ορθολογική και αποδοτική χρήση τους, προκειμένου να επιτυγχάνεται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Όλα τα κτίρια αναφοράς διαθέτουν κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX) όπως αυτή ορίζεται κατωτέρω, εκτός από τα κτίρια που έχουν χαμηλή απαίτηση για ZNX όπως χώροι γραφείων.

(γ) Συστήματα Θέρμανσης

Το κτίριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου ή πετρελαίου όπως το υπό μελέτη κτίριο, ή εναλλάκτη θερμότητας όπου υπάρχει τηλεθέρμανση. Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος *κεντρικής Θέρμανσης* για το κτίριο αναφοράς θα είναι τα εξής:

- Παραγωγή θερμότητας μέσω κεντρικών μονάδων θέρμανσης με λέβητα και χρήση πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Ο κεντρικός λέβητας θα είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης δύο αστέρων (**).
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης σύμφωνα με τις αντίστοιχες *Τεχνικές Οδηγίες του TEE*, ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης κάλυψη των φορτίων ακόμα και τις πιο δυσμενείς ημέρες του χειμώνα.
- Αυτονομία θέρμανσης όπου απαιτείται από τους κανονισμούς.
- Θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη ζώνη.
- Θερμιδομέτρηση για την κατανομή δαπανών θέρμανσης, μέσω θερμιδομετρητή, σε όποιους τύπους κτιρίων απαιτείται.

(δ) *Συστήματα Ψύξης*

Το κτίριο αναφοράς για τις κατοικίες διαθέτει τοπικά ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων, που καλύπτουν τμήμα των εσωτερικών χώρων της κατοικίας ή του διαμερίσματος. Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς θα είναι τα εξής:

- Τοπικά ή κεντρικά συστήματα ψύξης με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης $EER = 3.0$.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με τις αντίστοιχες *Τεχνικές Οδηγίες του TEE*.
- Τα συστήματα ψύξης του κτιρίου αναφοράς καλύπτουν το 40% της καθαρής επιφάνειας της κατοικίας.
- Εφόσον το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης /κλιματισμού, τότε θεωρείται ότι κλιματίζεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς.

Το κτίριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα (υπηρεσίες) διαθέτει τοπικά ή και κεντρικά συστήματα ψύξης που καλύπτουν όλους του εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς θα είναι τα εξής:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά) με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης $EER = 3.0$.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με τις αντίστοιχες *Τεχνικές Οδηγίες του TEE*.
- Τα συστήματα ψύξης του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα καλύπτουν όλη την επιφάνεια της κατοικίας.
- Θερμομόνωση των σωληνώσεων του δικτύου διανομής και επανακυκλοφορίας του ψυχρού ρευστού για ψύξη. Κάθε στοιχείο των σωληνώσεων διανομής ψυχρού νερού μονώνεται σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονώσεων που ορίζονται.

(ε) *Τερματικές μονάδες*

Ο τύπος των τερματικών μονάδων, λαμβάνεται όπως του εξεταζόμενου κτιρίου και ισχύουν τα ακόλουθα :

- Για τις κλιματιστικές μονάδες η ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) για το κτίριο αναφοράς του τριτογενή τομέα λαμβάνεται ίση με $1.5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Σε ειδικές περιπτώσεις, όπου απαιτείται διάταξη ειδικών φίλτρων, ή και υπάρχει σύστημα ύγρανσης, ή και εφαρμόζεται ανάκτηση θερμότητας η ισχύς των ανεμιστήρων για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με $2.5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$.
- Όλες οι κλιματιστικές μονάδες του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη θερμότητας και μεσυντελεστή ανάκτησης $ht = 0.6$.
- Το σύστημα ύγρανσης αέρα του κτιρίου αναφοράς είναι ίδιο με εκείνο του εξεταζόμενου κτιρίου, και μπορεί να είναι ενσωματωμένο στην κεντρική κλιματιστική μονάδα ή όχι.
- Για τις μονάδες στοιχείου ανεμιστήρα (*fancoils*), η ισχύς για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με του εξεταζόμενου κτιρίου.

(στ) Δίκτυα Διανομής

Η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής νερού θέρμανσης, λαμβάνεται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο. Για τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου (νερό κλπ.) ισχύουν τα εξής:

- Για το κτίριο αναφοράς οι αντλίες των κυκλωμάτων διανομής θα είναι ρυθμιζόμενων στροφών με αντιστάθμιση φορτίου με σταθερή πτώση πίεσης (Δp) και υδραυλικά ανεξάρτητες. Η ισχύς των αντλιών στο κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με αυτήν του υπό σχεδίαση κτιρίου. Εναλλακτικά για το κτίριο αναφοράς κατοικίας μπορεί να εφαρμοστεί αντιστάθμιση με τεχνολογία τρίοδης ή τετράοδης ρυθμιστικής βαλβίδας αναμιξέως.
- Κάθε στοιχείο των σωληνώσεων του δικτύου διανομής και επανακυκλοφορίας (νερού ή άλλου μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης, που διέρχεται από μη θερμαινόμενο/ψυχόμενο ή κοινόχρηστο χώρο, πρέπει να μονώνεται σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονώσεων που ορίζονται.

(ζ) Σύστημα Εξαερισμού

Για το κτίριο αναφοράς στις κατοικίες θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός, όπως ορίζεται στις *T.O.TEE*. Για κτίρια του τριτογενή τομέα (υπηρεσίες), ή για κατοικίες με χώρους μηχανικά αεριζόμενους (χώροι συννεστίασης, δωμάτια παιχνιδιού - *playroom*, κα.), εφαρμόζεται στο κτίριο αναφοράς σύστημα αερισμού με τις εξής προδιαγραφές:

- Προσαγωγή και απαγωγή νωπού αέρα, βάσει του μέγιστου αναμενόμενου αριθμού συγκεντρωμένων ατόμων στον εξεταζόμενο χώρο και του ελάχιστου απαιτούμενου νωπού αέρα ανά άτομο, σύμφωνα τις *T.O.TEE*.
- Το σύστημα μηχανικού αερισμού διαθέτει εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας με συντελεστή ανάκτησης θερμότητας $\eta_R = 0.6$.
- Για το κτίριο αναφοράς η ειδική απορρόφηση ισχύος των ανεμιστήρων εξαερισμού λαμβάνεται ίση με $1.0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$.

(η) Σύστημα ZNX

Το κτίριο αναφοράς καλύπτει τις ανάγκες για *Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)*, μέσω του κεντρικού συστήματος θέρμανσης, με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και ηλεκτρικής αντίστασης για εφεδρεία. Οι ηλιακοί συλλέκτες καλύπτουν τμήμα του ετήσιου θερμικού φορτίου για *ZNX* στις κατοικίες, ανάλογα με την κλιματική ζώνη και τη δυνατότητα εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα. Οι ηλιακοί συλλέκτες στα κτίρια

αναφοράς του τριτογενή τομέα, καλύπτουν το 50% της επιφάνειας του δώματος ανάλογα την δυνατότητα εγκατάστασης ηλιακών.

(θ) Σύστημα Φωτισμού

Για τα κτίρια κατοικιών η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό δεν λαμβάνεται υπόψη. Για τα κτίρια αναφοράς του τριτογενή τομέα ισχύουν τα εξής:

- Η στάθμη και η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς.
- Ο φωτισμός γίνεται με λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι διαθέτουν ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο με δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEI) κατηγορίας A3. Εξαιρέση αποτελούν οι χώροι με ειδικές απαιτήσεις φωτισμού, όπως χειρουργεία, εμπορικά καταστήματα κ.α., όπου ο φωτισμός του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο.
- Σε κοινόχρηστους χώρους ο έλεγχος του φωτισμού στο κτίριο αναφοράς απαιτείται να γίνεται με αυτόματο διακόπτη και αισθητήρα παρουσίας. Στις υπόλοιπες χρήσεις, καθώς και στους χώρους φυσικού φωτισμού, ο έλεγχος γίνεται με χειροκίνητο διακόπτη.
- Για κάθε χώρο φυσικού φωτισμού με επιφάνεια άνω των 25 m², ο τεχνητός φωτισμός που καλύπτει το χώρο πρέπει να ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες, και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης του 50% των λαμπτήρων του χώρου.

(ι) Σύστημα Ελέγχου ΗΜ Εγκαταστάσεων

- Το κτίριο αναφοράς ξενοδοχείου διαθέτει σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών.
- Το κτίριο αναφοράς τριτογενή τομέα, για κτίρια με επιφάνεια πάνω από 3.500 τμ, διαθέτει σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των ΗΜ εγκαταστάσεων.

Συνολικά, η βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης ενός κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με τα εξής:

- Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος (μόνωση, θερμογέφυρες κλπ.), και
- Εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ (ηλιακοί συλλέκτες για ΖΝΧ, Φ/Β συστήματα κ.α.).

1.7 Εξοικονόμηση Ενέργειας σε κτίρια

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζει αυξητική τάση, λόγω της αύξησης της χρήσης κλιματιστικών και μικροσυσκευών. Η χρήση των κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντική επιβάρυνση του καταναλωτή. Επίσης, τα κλιματιστικά επιδεινώνουν το φαινόμενο της υπερθέρμανσης των αστικών κέντρων και τις συνεπαγόμενες δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν το καλοκαίρι (Ανδρίτσος, 2008).

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται καταρχήν με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν.

Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η *ενεργειακή διαχείριση* του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να αφορούν:

- το κτιριακό κέλυφος (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα) (Εικ.1.3),
- τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (π.χ. χρήση βλάστησης),
- τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και τις ηλεκτρικές συσκευές, και
- την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας).



Εικόνα 1.3 Παρέμβαση στη κτιριακή δομή (παθητικά ηλιακά συστήματα)

Η μεθοδολογία υπολογισμών της ενεργειακής κτιριακής απόδοσης βάσει του άρθρου 3 του Νόμου περί *Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων – KENAK (2008)*, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες (Γαγλία, 2009):

- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία κλπ).
- Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός κλπ), την περίοδο λειτουργίας του κτιρίου (σε ώρες), και τον αριθμό ενοίκων.
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων (διαφανείς και μη επιφάνειες, εσωτερικά χωρίσματα, κλπ.) του κτιριακού κελύφους.
- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα κλπ.) στα οποία θα περιλαμβάνεται και ο προσανατολισμός και ο συντελεστής σκίασης ανά στοιχείο.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάσταση παραγωγής και διανομής θερμού νερού για την θέρμανση των χώρων. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης (μονάδες παραγωγής, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και διανομή ψυχρού μέσου) για την ψύξη των

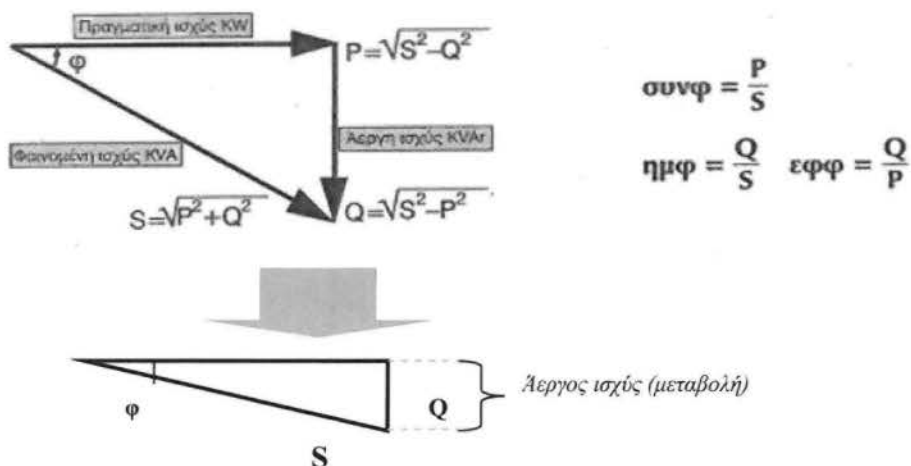
χώρων. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.

- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού αερισμού. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7α του ΓΟΚ και την ηλιακή προστασία.
- Συστήματα ΑΠΕ όπως, φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες, ηλιακή και γεωθερμική ψύξη/θέρμανση, κ.α.
- Συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας - ΣΗΘ.
- Συστήματα τηλεθέρμανσης όπου εφαρμόζεται.
- Συστήματα διαχείρισης ενέργειας όπως, αυτοματισμοί, καταγραφικά κλπ.

Οι πλέον βασικές παρεμβάσεις που μπορούμε να κάνουμε σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση ή γενικότερα σε ένα ηλεκτρικό σύστημα προκειμένου να αντιμετωπίσουμε θέματα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι (Αντωνιάδης, 2013; Schneider Electric, 2010, Enforce, 2012):

- Βελτίωση συντελεστή ισχύος ($\cos \varphi$): είναι ο κυριότερος παράγοντας που χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης. Από τη σκοπιά των εταιρειών παροχής ενέργειας, βελτίωση του συντελεστή ισχύος από 0.7 έως 0.9 συνεπάγεται:
 - μείωση κόστους έως 40% λόγω μείωσης ωμικών απωλειών,
 - και αύξηση μέχρι 30% της παραγωγικότητας των σταθμών παραγωγής.

Όσο πιο χαμηλός είναι ο $\cos \varphi$, τόσο περισσότερο μεγαλώνει η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος, αφού αυξάνουν οι απώλειες της ηλεκτρικής ενέργειας. Το καταλληλότερο σύστημα βελτίωσης $\cos \varphi$ είναι ένας αυτόματος πίνακας αντιστάθμισης, που να μπορεί να διορθώνει το συντελεστή ανάλογα με το φορτίο για κάθε χρονική στιγμή. Ο συντελεστή ισχύος είναι το συνημίτονο της γωνίας που σχηματίζεται από την ισχύ λειτουργίας (*apparent power*) και την πραγματική ισχύ (*working power*). Η άεργος ισχύς αποτελεί την ισχύ που υπάρχει στο δίκτυο, και χρεώνεται από την εταιρείας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, που όμως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Στο επόμενο σχήμα, αλλάζοντας την συντελεστή ισχύος, μειώνεται η άεργος ισχύς (*reactive power*).



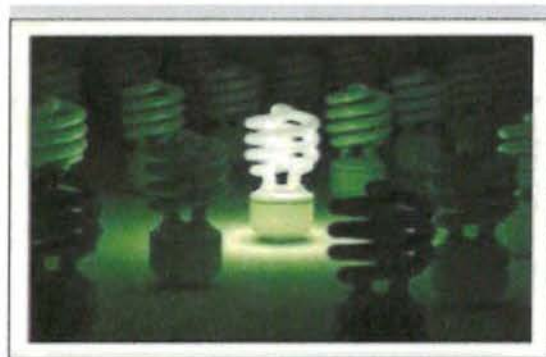
Σχήμα 1.17 Διόρθωση $\cos \varphi$ (πηγή:<http://www.viperenergy.gr/e47/aergos-sunf.html>)

- **φωτισμός:** Η συνηθέστερη παρέμβαση που μπορεί να γίνει σε συστήματα φωτισμού, προκειμένου να υπάρξει εξοικονόμηση ενέργειας, είναι να μειωθεί η φωτεινή ισχύ των φωτιστικών σωμάτων. Αυτό επιτυγχάνετε με την χρήση καταλλήλων λαμπτήρων. Ο φωτισμός καταναλώνει το 14% του συνόλου του ηλεκτρισμού στην Ευρώπη και το 19% του συνόλου του ηλεκτρισμού παγκοσμίως⁷. Η αλλαγή των παλαιών λαμπτήρων με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας είναι ένα πρώτο βήμα που πρέπει να ολοκληρωθεί με τη χρήση αποδοτικών συσκευών οι οποίες ανάβουν και σβήνουν τα φώτα όταν είναι απαραίτητα και προσαρμόζουν το φωτισμό ανάλογα με τους παρευρισκόμενους ανθρώπους ή και με το φυσικό φωτισμό (Πιν.1.7).

Πίνακας 1.7 Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης του συστήματος φωτισμού⁸

Τυπος	Πιθανή εξοικονόμηση	Περιοχές
Σχολείο	25% - 30%	αίθουσες, κυλικεία
Γραφεία	≤42%	αίθουσες αναμονής
Νοσοκομεία	18%	δωμάτια
Ξενοδοχεία	20%	δωμάτια, εστιατόριο, ρεσεψιόν

Οι παραδοσιακοί λαμπτήρες πρακτώσεως μετατρέπουν λιγότερο από το 10% της καταναλισκόμενης ενέργειας σε φως, απορρίπτοντας το υπόλοιπο στο περιβάλλον ως θερμότητα. Στους σύγχρονους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, το ποσοστό αυτό αντιστρέφεται και, έως, το 90% της καταναλισκόμενης ενέργειας μετατρέπεται σε φως (Εικ.1.4). Για παράδειγμα, σε ένα διαμέρισμα, η αντικατάσταση των τριών πιο συχνά χρησιμοποιούμενων λαμπτήρων μπορεί να εξοικονομήσει έως το 75% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για φωτισμό.



Εικόνα 1.4 Σύγχρονος λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης (πηγή: www.enforce-eeen.eu)

⁷IEA-International Energy Agency

⁸Schneider Electric, (2010). Εξοικονόμηση Ενέργειας, Οδηγός Λύσεων. www.schneider-electric.gr

Αφότου παραχθεί, το φως πρέπει να διαχυθεί στον χώρο, συνεπώς η επιλογή του φωτιστικού σώματος είναι εξίσου *κρίσιμη* για τηναπόδοση των συστημάτων φωτισμού. Ένας λαμπτήρας τοποθετημένος δίπλα σε μία επιφάνεια (τοίχος, οροφή) μπορεί να σπαταλά έως και 50% του παραγόμενου φωτός, καθώς αυτό κατευθύνεται προς την επιφάνεια. Συνεπώς, η σωστή τοποθέτηση και η χρήση ανακλαστήρων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τηναπόδοση των λαμπτήρων. Τέλος, η χρήση γαλακτωδών καλυμμάτων ή ο μη τακτικός καθαρισμός τους μπορεί να μειώσει κατά 20 - 30% την απόδοση των φωτιστικών σωμάτων με αποτέλεσμα την ανάγκη για εγκατάσταση επιπλέον φωτιστικών. Μία επιπλέον δυνατότητα για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, είναι η χρήση συστημάτων για το άναμμα και σβήσιμο του φωτισμού ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες για φωτισμό. Αυτό μπορεί να γίνει με την χρήση *αισθητήρων και αυτοματισμών* που μειώνουν ή σβήνουν τον *τεχνητό φωτισμό* όταν επαρκεί ο φυσικός φωτισμός, *χρονοδιακόπτες* που ρυθμίζουν τον πιθανό εξωτερικό φωτισμό, *αισθητήρες κίνησης* και *χρονοδιακόπτες* για τον φωτισμό σε *κοινόχρηστους χώρους* (Εικ.1.5).



Εικόνα 1.5 Αισθητήρας κίνησης ([πηγή: www.enforce-een.eu](http://www.enforce-een.eu))

1.8 Νομοθεσία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων

Ο τομέας της κατοικίας και ο τριτογενής τομέας (υπηρεσίες), το μεγαλύτερο μέρος των οποίων είναι κτίρια, αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ και ευθύνεται για την εκπομπή του 45% διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Για αυτό το λόγο, η αυξημένη ενεργειακή απόδοση και η εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα των κτιρίων αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της *Κοινής Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής* στην προσπάθεια για την επίτευξη ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής.

Η οδηγία 93/76 της ΕΟΚ για τον «περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων», που ενσωματώθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με την 21475/4707/98 *Κοινή Υπουργική Απόφαση* δεν έφερε τα αναμενόμενα αποτελέσματα όχι μόνον στη Ελλάδα, αλλά και σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Αξαρλή, 2009).

Στα πλαίσια της ενσωμάτωσης προετοιμάστηκε από το τότε ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΚΑΠΕ ένα συνολικό *σχέδιο πολιτικής και δράσης* αποκαλούμενο *ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001: Πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας για τον οικιστικό τομέα* (Μάρτιος 1995) με σκοπό την προώθηση εφαρμογής αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών στον κτιριακό τομέα.

Με την *Κοινή Υπουργική Απόφαση* 21475/4707/98 καθορίστηκαν «όροι και προϋποθέσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για νέα και υφιστάμενα κτίρια

καθώς και για οικιστικά σύνολα». Σε αυτή προβλεπόταν η έκδοση του *Κανονισμού Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)*, που θα αντικαθιστούσε τον *Κανονισμό Θερμομόνωσης* και θα καθόριζε τις απαιτήσεις της ενεργειακής απόδοσης. Επίσης, θα έπρεπε να υποβάλλεται ενεργειακή μελέτη για τη διαπίστωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και η κατάταξη των κτιρίων στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία (βαθμολόγηση) που θα αναγραφόταν στο ειδικό έντυπο (ΔΕΤΑ) και θα αποτελούσε αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας του κτιρίου (Αξαρχί, 2009).

Ο ΚΟΧΕΕ δεν ολοκληρώθηκε, αφού δεν εκδόθηκαν τα σχετικά προεδρικά διατάγματα, και γενικά η κοινοτική οδηγία δεν έφερε σε ευρωπαϊκό επίπεδο τα αναμενόμενα αποτελέσματα, λόγω της πλημμελούς εφαρμογής από αρκετά κράτη μέλη. Αυτό οδήγησε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της ΕΕ να εκδώσει το Δεκέμβριο του 2002 την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», με ημερομηνία εφαρμογής τις 4/1/2006, που παρουσιάζει ένα νέο τρόπο μελέτης και κατασκευής των κτιρίων προδιαγράφοντας σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα του περιβάλλοντος στις πόλεις (Αξαρχί, 2009).

Η ΕΕ συμφώνησε σε ένα «Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: Αξιοποίηση του δυναμικού», στη βάση σχετικής Ανακοίνωσης της Επιτροπής, της 19/10/2006, οι κατευθύνσεις του οποίου θα πρέπει να εφαρμοστούν από τα κράτη μέλη κατά την επόμενη εξεστία. Σημαντικό και υποβοηθητικό ρόλο έπαιξε και η εφαρμογή της Οδηγίας 2006/32 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5/4/ 2006 που αφορά στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης της τελικής χρήσης και την παροχή υπηρεσιών στον τομέα της ενέργειας, που θα υποστηρίξει την ευρεία ανάπτυξη της ενεργειακής απόδοσης, καθώς οι φορείς παροχής στον τομέα της ενέργειας δεν θα πωλούν απλώς ενέργεια, αλλά θα βοηθούν τους πελάτες τους να βελτιώσουν την ενεργειακή τους απόδοση και τη διαχείριση των ενεργειακών τους αναγκών. Γενικός στόχος είναι τα κράτη μέλη να πετύχουν εθνικό ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας 9% για το ένατο έτος εφαρμογής αυτής της οδηγίας (Αξαρχί, 2009).

Ο Νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89), ενσωματώνει στο ελληνικό δίκαιο την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου ΕΕ, της 16/12/2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (ΕΕ L1/4-1-2003). Πεδίο εφαρμογής αποτελούν τα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθώς και τα κτίρια κατοικίας. Οι βασικότερες ρυθμίσεις είναι οι ακόλουθες (ΥΠΕΚΑ, 2011):

- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000 m² που ανακαινίζονται ριζικά και υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.
- Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) κτιρίου για όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα καθώς και σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης ή μεταβίβασης υφισταμένων.
- Τακτική επιθεώρηση Λεβήτων, Εγκαταστάσεων Θέρμανση, Ψύξης και Κλιματισμού.

Ακολουθεί ο Νόμος 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» (ΦΕΚ Α' 85). Με το άρθρο 10 τροποποιούνται ρυθμίσεις του Ν 3661/2008. Βασικότερη τροποποίηση αποτελεί η κατάργηση του ορίου των 1000 m² για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφισταμένων κτιρίων που

ανακαινίζονται ριζικά. Επίσης, προστίθεται η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης (ZNX) από ηλιοθερμικά συστήματα, καθώς και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης» (ΥΠΕΚΑ, 2011).

Το 2010, εκδίδεται το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ Α' 132). Με αυτό συγκροτείται η δημόσια υπηρεσία ελέγχου του έργου των Ενεργειακών Επιθεωρητών. Ακολουθεί η Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)» (ΦΕΚ Β' 407). Οι βασικότερες ρυθμίσεις που περιέχονται σε αυτόν αφορούν τα εξής (ΥΠΕΚΑ, 2011):

- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτιρίων καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

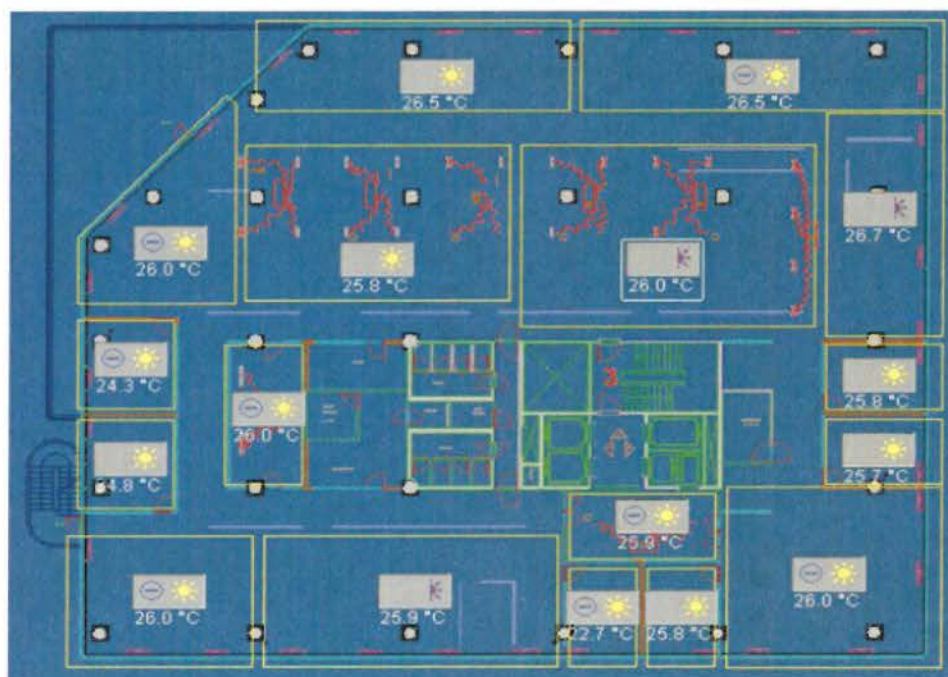
Τέλος, εκδίδεται η Υπουργική Απόφαση Αριθμ. οικ.17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β' 1387). Για την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ. εγκρίνονται και ορίζονται υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ):

- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων και δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών και στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, κουφώματα, κλπ).
- ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Η οδηγία αυτή περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα (συνθήκες σχεδιασμού) για την διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων ενός κτιρίου, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, κ.τ.λ.) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παραμέτρων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Δίνονται αναλυτικά τα έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για την συμπλήρωσή τους.

1.9 Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Κτιρίων

Τα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας κτηρίων (*Building Energy Management System, BEMS*), έχουν αναπτυχθεί παράλληλα με την επανάσταση της μικροηλεκτρονικής και της επιστήμης υπολογιστών των πρόσφατων ετών. Αυτό συμβαίνει επειδή τα *BEMSs*, είναι στην ουσία συστήματα μικροϋπολογιστών που χρησιμοποιούνται για τις εγκαταστάσεις ελέγχου των κτιριακών λειτουργιών (Λάζος, 2008). Η εφαρμογή τους σε μεγάλα κυρίως κτίρια αφορά (Εικ.1.6)(Σωφρόνης, 2009):

- έλεγχος καλής λειτουργίας συστημάτων,
- χρονοπρογραμματισμός λειτουργιών,
- διατήρηση συνθηκών άνεσης στους χώρους,
- καταγραφές παραμέτρων λειτουργίας, και
- βελτιστοποίηση ενεργειακής κατανάλωσης



Εικόνα 1.6 Κλιματισμός ορόφου σε *BEMS*

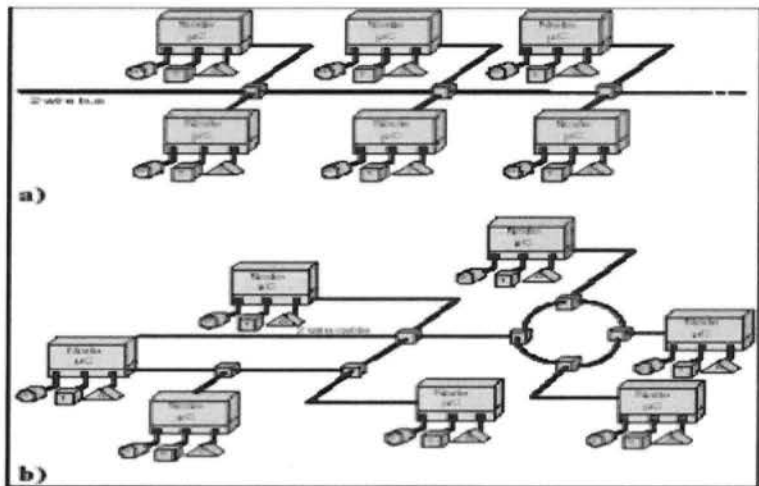
Ο πρώτος πρόγονος των *BEMSs* ήταν το «σκληρά-καλωδιωμένο» κεντρικό σύστημα. Πρωτοεμφανίστηκε στη δεκαετία του '60 και υιοθετήθηκε στα μεγάλα κτήρια. Το σύστημα ήταν μια επέκταση των συμβατικών καλωδίων ελέγχου σε μια κεντρική κονσόλα, με πίνακες, φώτα δεικτών και ένα όργανο καταγραφής διαγραμμάτων. Η βιομηχανική πρόοδος στην ηλεκτρονική τεχνολογία, και οι αυξανόμενες απαιτήσεις από τον τελικό χρήστη, έχει οδηγήσει στα προηγμένα συστήματα ελέγχου, γνωστά ως, *σειριακά συστήματα δικτύων ελέγχου*, (Σχ.1.18a). Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών των συστημάτων ελέγχου είναι (Λάζος, 2008):

- κατανεμημένη νοημοσύνη, με τη χρήση μικροελεγκτών,

- δυνατότητα λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο,
- ισότιμη (peer-to-peer) αρχιτεκτονική,
- η μνήμη και τα προγράμματα λογισμικού παρέχονται σε επίπεδο κόμβων,
- το λογισμικό εφαρμόζεται σε επίπεδα πρωτοκόλλου (protocollayers).

Τα σειριακά συστήματα δικτύων ελέγχου δεν διαθέτουν επεκτασιμότητα, καθώς υποστηρίζουν μια περιορισμένη ποικιλία τοπολογιών και μέσωσν μετάδοσης. Η νέα γενιά των κατανεμημένων συστημάτων δικτύων ελέγχου, (Σχ.1.18b), καλύπτει τις ελλείψεις της προηγούμενης, και διαθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Λάζος, 2008):

- μίξη των μέσων επικοινωνιών,
- πληρέστερη, εφαρμογή του προτύπου της OSI,
- υψηλή αξιοπιστία του δικτύου,
- ελεύθερη τοπολογία,
- φιλικό προς το χρήστη λογισμικό και διαθέσιμα εργαλεία ανάπτυξης,
- και μονάδες διεπικοινωνίας, πύλες, γέφυρες, δρομολογητές και επαναλήπτες.



Σχήμα 1.18a,b. Δομές καλωδίωσης συστημάτων δικτύων ελέγχου

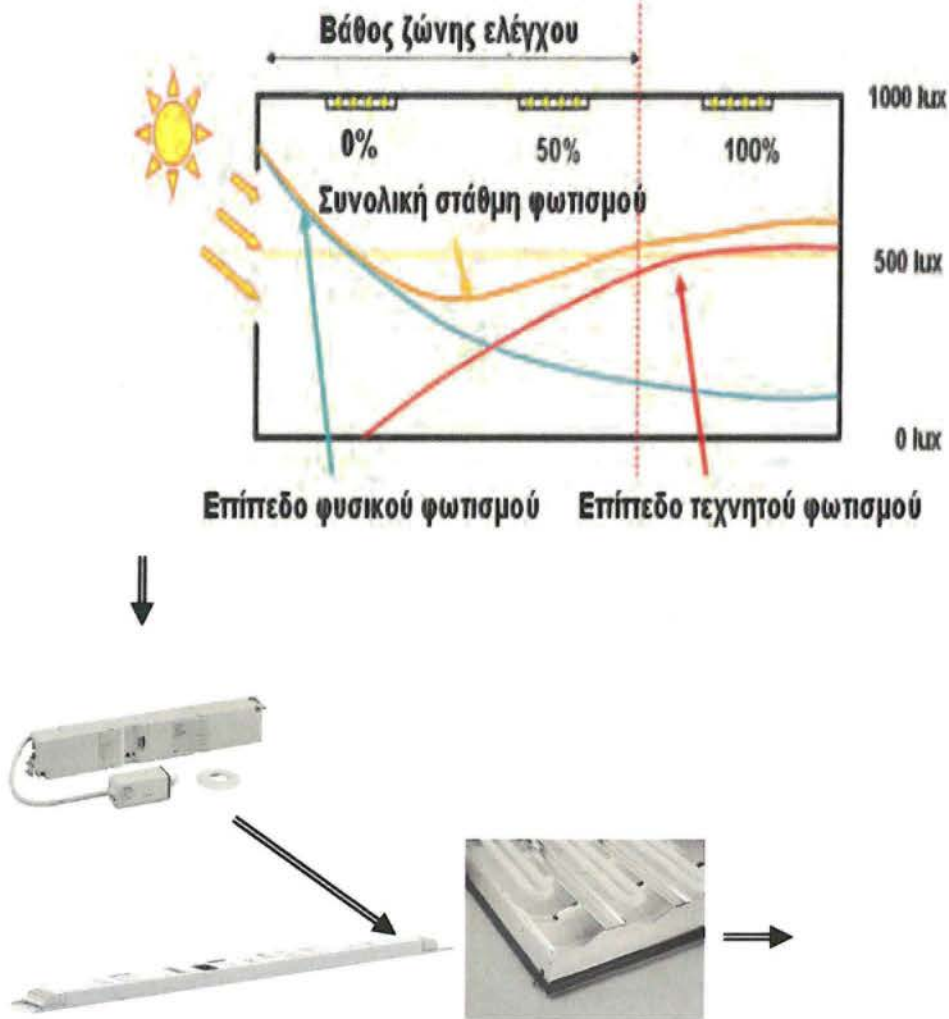
Με τα κατανεμημένα συστήματα δικτύων ελέγχου έχει γίνει ένα σημαντικό βήμα προς τα ευφυή συστήματα αυτοματοποίησης κτηρίων, με αποτέλεσμα (Λάζος, 2008):

- χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες
- βελτίωση του ανθρώπινου περιβάλλοντος, ειδικά του χώρου εργασίας, και
- μεγαλύτερη κτιριακή λειτουργικότητα και οικονομία.

Τα συστήματα αυτοματοποίησης κτηρίου, χρησιμοποιούνται για τις ακόλουθες υπηρεσίες αυτοματισμού και λειτουργίες ελέγχου (Σχ.1.19)(Λάζος, 2008):

- Θέρμανση, ψύξη, αερισμός, κλιματισμός (HVAC)
- Φωτισμός και φωτισμός έκτακτης ανάγκης
- διαχείριση ενέργειας
- Ασφάλεια και προστασία
- Μεταφορά (ανελκυστήρες)

Οι υπηρεσίες αυτοματοποίησης που παρέχονται από τα αντίστοιχα συστήματα στα κτίρια, υποστηρίζονται σήμερα, από τα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως: BACNET, ARCNET, BitBus, CAN, EIBUS, LonWorks, PROFIBUS, και πολλά άλλα συστήματα βασισμένα στα πρότυπα επικοινωνίας, RS-232, RS-422, RS-485 κ.α.



Σχήμα 1.19 Ρύθμιση τεχνητού φωτισμού⁹

1.10 Παραδείγματα Εξοικονόμησης Ενέργειας Κτιρίων

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα εξοικονόμησης ενέργειας (Θωμάς, και Κυριζής, 2013):

⁹Τόπαλης, Φ. Εξοικονόμηση ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού εσωτερικών χώρων. ΕΜΠ, Εργαστήριο Φωτοτεχνίας ΤΕΕ ΕΛΛΑΔΟΣ & Περιφερειακό Τμήμα Ν. Κέρκυρας, Προσυνεδριακή Εκδήλωση «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ», Κέρκυρα 3 Ιουλίου 2009.

Πίνακας 1.8 Παραδείγματα Εξοικονόμησης Ενέργειας

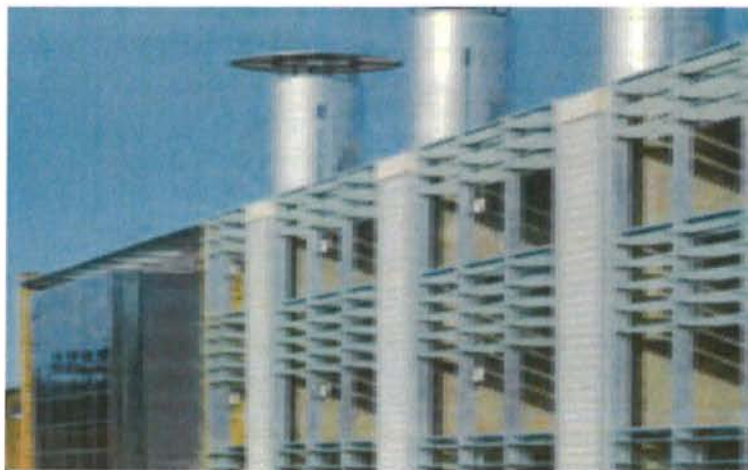
Έργο	Συστήματα	Ποσοστό εξοικονόμησης	Απόσβεση
Ξενοδοχειακή Μονάδα	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	17%	2 χρόνια
Ξενοδοχειακή Μονάδα	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ INVERTERS ΚΑΙ PHASE LINERS ΣΤΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ELECTRONIC BALLAST ΚΑΙ ΜΟΤΙΟΝ DETECTORS, ΕΠΙΣΗΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΛΑΜΠΩΝ ΣΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ)	15.5%	1.9 χρόνια
Ξενοδοχειακή Μονάδα	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΔΩΜΑΤΙΩΝ. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΕΙ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΠΙΟ ΠΑΝΩ ΦΟΡΤΙΩΝ ΟΤΑΝ Ο ΕΝΟΙΚΟΣ ΑΠΟΥΣΙΑΖΕΙ ΑΠΟ ΤΟ ΔΩΜΑΤΙΟ)	14%	5.8 χρόνια
Ξενοδοχειακή Μονάδα	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ELECTROFLOW, ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)	11.7%	2.3 χρόνια
Ξενοδοχειακή Μονάδα	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ (ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΜΕ ΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ, ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)	41%	4.7 χρόνια

Η εφαρμογή συστημάτων αυτοματοποίησης κτηρίων, παρέχουν εξοικονόμηση ενέργειας. Δύο τέτοια παραδείγματα ακολουθούν από τον διεθνή χώρο (Αξαρχλί, 2009):

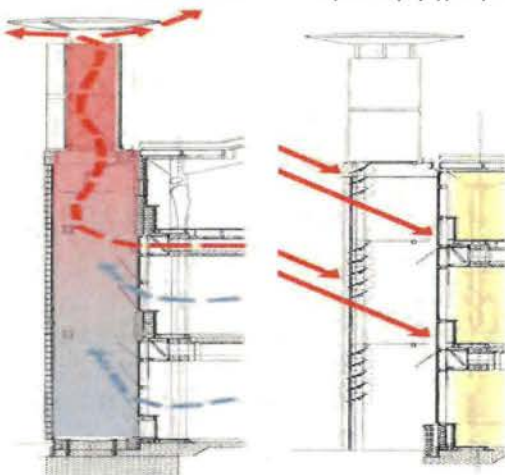
- *Technical University του Delft*: αφορά τον έλεγχο παθητικών κτηρίων γραφείων και λαμβάνει υπόψη τις μεταβλητές ανάγκες για θέρμανση, αερισμό και φωτισμό και χρησιμοποιεί το φυσικό αερισμό για ψύξη. Η βοηθητική θέρμανση παρέχεται από θερμαντικά σώματα, τα οποία έχουν το καθένα μια δικλίδα ελέγχου για την περίπτωση θέρμανσης με θερμό νερό ή ένα διακόπτη εντός / εκτός για την περίπτωση ηλεκτρικής θέρμανσης. Τα παράθυρα έχουν σύστημα ηλιακής προστασίας, με χρήση εσωτερικών περσίδων και εξωτερικό μονωτικό παντζούρι. Σε κάθε χώρο υπάρχει ένα σύστημα ελέγχου με ένα πίνακα που δίνει πληροφορίες στους ενοίκους για τη θερμική κατάσταση του χώρου. Δίνει επίσης τη δυνατότητα στο χρήστη να παρακάμψει τον αυτοματισμό και να λειτουργήσει

το σύστημα χειροκίνητα. Το σύστημα ελέγχου αποτελείται από έναν κεντρικό υπολογιστή, που είναι ο βελτιστοποιητής, που καθορίζει τα καλύτερα σημεία ρύθμισης για κάθε ελεγκτή χώρο.

- BRE "ΓΡΑΦΕΙΟ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ", GARSTON, HERTFORDSHIRE, UK, (Feilden Clegg Architects, 1991-1997) (Εικ.1.7): Το κτίριο BRE (*Building Research Establishment*) βρίσκεται στη Ν. Αγγλία και είναι τριών ορόφων. Στο κτίριο λειτουργεί σύστημα ελέγχου κλιματισμού, το οποίο επιτρέπει τον εξωτερικό αέρα να εισέρχεται είτε απευθείας στους χώρους, είτε στα κενά της κατασκευής (Σχ.1.20). Ο φωτισμός επίσης ελέγχεται μέσω του ίδιου συστήματος με την δυνατότητα αυξομειώσης ανάλογα με το φυσικό φωτισμό για την δημιουργία οπτικής άνεσης.



Εικόνα 1.7 Πρόσοψη γραφείων BRE (*Building Research Establishment*)



Σχήμα 1.20 Τομή στους χώρους γραφείων όπου φαίνεται η κίνηση του αέρα

1.11 Σύνοψη

Η αλόγιστη χρήση της ενέργειας δεν έχει μόνο ως αποτέλεσμα την δραστική μείωση των ενεργειακών πόρων αλλά και την δραστική απαξίωση του περιβάλλοντος. Το γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αποτέλεσμα του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων που προέρχονται από τις καύσεις των συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα να επιβαρύνει την υγεία των ανθρώπων και να υποβαθμίζει δραστικά το πλανήτη. Οι λόγοι αυτοί οδήγησαν στην διερεύνηση μεθόδων και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται άμεσα με την ενεργειακή απόδοση ενός συστήματος. Ειδικότερα, στα κτίρια απαιτείται επέμβαση στο κτιριακό κέλυφος, στα συστήματα θέρμανσης-ψύξης, στον φωτισμό και γενικότερα στην ηλεκτρική εγκατάσταση μίας κατοικίας ή ενός μεγάλου κτιρίου. Η τεχνολογία των συστημάτων ελέγχου υποβοηθά προς αυτή την κατεύθυνση: βελτιστοποίηση του ενεργειακού φόρτου. Γενικά, οι παρεμβάσεις στοχεύουν στην πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας ώστε να αξιοποιούνται καλύτερα οι ενεργειακές πηγές και α περιορίζονται οι όποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία.

Αναφορές

- Αντωνιάδης, Π. (2013). *Αρχές Ενεργειακής Οικονομίας*. Διδακτικές Σημειώσεις, ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, <http://eclass.teikav.edu.gr/ED107/document/energeiaki.pdf>.
- Αμπελιώτης, Κ. (2008). *Περιβάλλον-Οικολογία*. Αθήνα: ΙΔΕΚΕ-ΚΕΕ.
- Ανδρίτσος, Ν. Καράμπελας, Α.Ι. και Φυτίκας, Ν. (1999). Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα: παρούσα κατάσταση, τεχνικά προβλήματα, προοπτικές. 6^ο Εθνικό συνέδριο για τις ήπιες μορφές ενέργειας, τόμος Α', σελ. 461-467.
- Ανδρίτσος, Ν. (2008). *Περιβάλλον και Ενέργεια*. Διδακτικές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών.
- Αξαρή, Κ. Ν. (2009). *Παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων: υπολογισμοί και συστήματα ελέγχου της απόδοσης*. Σημειώσεις, Σεμινάριο Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας ΤΕΕ «Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων», Θεσ/νίκη.
- Brower, M. (1997). *CoolEnergy: Renewable Solutions to Environmental Problems*. MIT Press.
- Γαγλία, Α. (2009). *Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων -Κτίριο Αναφοράς*. ΤΕΕ ΕΛΛΑΔΟΣ & Περιφερειακό Τμήμα Ν. Κέρκυρας, Προσυνεδριακή Εκδήλωση «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ», Κέρκυρα 3 Ιουλίου 2009.
- Claus-Dieter, P. (1993). *Βιολογία. Τεχνολογία & Περιβάλλον*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Edminister, J. A. (1980). *Ηλεκτρικά Κυκλώματα*. McGraw-Hill, NY, Σειρά " Schaum's Outline Series, Αθήνα "ΕΣΠΙ.
- Enforce, (2012). *Πρακτικός Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια*. [πηγή: www.enforce-ee.eu](http://www.enforce-ee.eu).
- Φαναριώτης, Π. (2009). *Ενέργεια, το Παγκόσμιο Πρόβλημα του 21^{ου} αιώνα, Τεχνικές, Οικονομικές και Πολιτικές Προεκτάσεις*. Ινστιτούτο Δημοκρατίας Κ. Καραμανλής, Αθήνα: Εκδόσεις Ι. Σιδέρης.
- Λάζος, Χ. (2008). *Σύστημα διαχείρισης ενέργειας σε κτήρια με χρησιμο του πρωτοκόλλου KNX/EIB και αλγόριθμο προβλεπτικού ελέγχου*. Μεταπτυχιακή εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα ΗΜ&ΜΥ, Τομέας Ηλεκτρονικής και Αρχιτεκτονικής Η/Υ.
- Μαλεβίτη, Εύα (2013). *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Αθήνα: Επικαιρότητα.
- Μόσχου, Χ. (2011). *Υπολογισμός Ενεργειακών Φορτίων για τον Ενεργειακό Σχεδιασμό Κτιρίων με τη χρήση μαθηματικού προγραμματισμού*. Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ - Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας ΙΙ - Σχεδίαση, Ανάλυση και Ανάπτυξη Διεργασιών και Συστημάτων.
- Οικονόμου, Λ. Καρβουνιάρη, Δ. (2010). *Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, Συναπτική θεωρία και εργαστηριακές ασκήσεις*. Θεσ/νίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

- Παπαδόπουλος, Α. Μ. (2002). *Οικονομική Ανάλυση Ενεργειακών Συστημάτων*. ΑΠΘ - Πολυτεχνικής Σχολή, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών.
- SchneiderElectric, (2010). *Εξοικονόμηση Ενέργειας, Οδηγός Λύσεων*. www.schneider-electric.gr
- Schwaller, Anthony E., Gilberti (1999). *Ηλεκτρικές πηγές ενέργειας και περιβάλλον, Τεχνολογία ισχύος*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Τούλογλου Σ. (2006). *KNX/EIB Τεχνική Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
- Σωφρόνης, Η. (2009). *Συστήματα Ελέγχου & Διαχείριση Ενέργειας*. ΤΕΕ ΕΛΛΑΔΟΣ & Περιφερειακό Τμήμα Ν. Κέρκυρας, Προσυνεδριακή Εκδήλωση «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ», Κέρκυρα 3 Ιουλίου 2009.
- Tyler Miller, Jr. G. (1999). *Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*. Τόμοι Ι και ΙΙ, 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
- ΥΠΕΚΑ-Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Ελλάδα), (2011). *Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων*. Αθήνα.
- Θωμάς, Ι. και Κυριζής, Κ. (2013). *Πρακτικά Παραδείγματα Εξοικονόμησης Ενέργειας σε υφιστάμενες επιχειρήσεις*. Ίδρυμα Ενέργειας, ΥΕΕΒΤ-Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού
(Κύπρος), [http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/211EFC4E7835925CC225754300310B6C/\\$file/APPLIED%20EXAMPLES.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/211EFC4E7835925CC225754300310B6C/$file/APPLIED%20EXAMPLES.pdf).

Κεφάλαιο ΔΕΥΤΕΡΟ

Ηλεκτρικές Καταναλώσεις σε Νοσοκομεία

2.1 Ηλεκτρική Ενέργεια και Κατανάλωση

Η *ενέργεια* σε όλες τις μορφές της, είναι σημαντικός παράγοντας στην ανθρώπινη ζωή, ένας δείκτης του επιπέδου της οποίας, μετράται με την κατανάλωση ενέργειας ανά άτομο. Η *ηλεκτρική ενέργεια* δεν είναι *πρωτογενής*, δηλ. δεν βρίσκεται με τη μορφή της αυτούσια στην φύση, αλλά *παράγωγη*, και το βασικό της μειονέκτημα είναι ότι, δεν μπορεί να αποθηκευθεί αλλά πρέπει να καταναλωθεί την στιγμή της παραγωγή της.

Με τον όρο *κατανάλωση* εννοούμε τα φωτιστικά σημεία, τους ρευματοδότες, τους ηλεκτρικούς κινητήρες και γενικά οποιαδήποτε συσκευή απαιτεί το ηλεκτρικό ρεύμα του δικτύου για να λειτουργήσει (Καμινάρης, 2012). Στην Ελλάδα, η *ενεργειακή κατανάλωση* βασίζεται ακόμα σε παραδοσιακές πηγές (λιγνίτη και πετρέλαιο, και τελευταία και σε φυσικό αέριο) και πολύ μικρό ποσοστό σε *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)*. Η κάθε εταιρεία ή υπηρεσία μεταφοράς & διανομής ηλεκτρικής ενέργειας συνδεδεμένη με τις αντίστοιχες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος παρέχει την αντίστοιχη ηλεκτρική ενέργεια. Στην Ελλάδα η εταιρεία κρατικών συμφερόντων, ΔΕΗ, παράγει σε μεγάλο ποσοστό την αντίστοιχη ενέργεια, και από το δίκτυο χαμηλής τάσης 230 ή 400 V(εκτός εξαιρέσεων) τροφοδοτεί κάθε καταναλωτή με μία γραμμή που καταλήγει στον μετρητή. Από εκεί μεταφέρεται το ρεύμα μέχρι τον εσωτερικό γενικό πίνακα. Η σύνδεση των διαφόρων καταναλώσεων με τον γενικό πίνακα γίνεται πάντοτε παράλληλα.

Η ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλώνεται στην Ελλάδα, έχει αυξηθεί σημαντικά στις τρεις τελευταίες δεκαετίες, και συμβαδίζει με την γενικότερη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, που απαιτεί περισσότερες ενεργοβόρες ηλεκτρικές συσκευές, για παράδειγμα κλιματιστικά, ηλεκτρικές κουζίνες, φούρνους μικροκυμάτων κλπ.

Τα Νοσοκομεία και τα κτίρια τους παντού στον κόσμο είναι μεγάλοι καταναλωτές ενέργειας, την οποία χρησιμοποιούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (Εικ.2.1). Έχουν υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, που εκτιμάται ότι μπορεί να κυμανθεί από 20% (Γερμανία) έως 44% (Κάτω Χώρες). Περίπου το 10% της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, είναι συχνά εφικτό μέσα σε ένα μόνο χρόνο (για τις οποίες δεν θα πρέπει να απαιτείται ειδικός προϋπολογισμός) (CADDET, 1997).



Εικόνα 2.1 Νοσοκομειακός χώρος

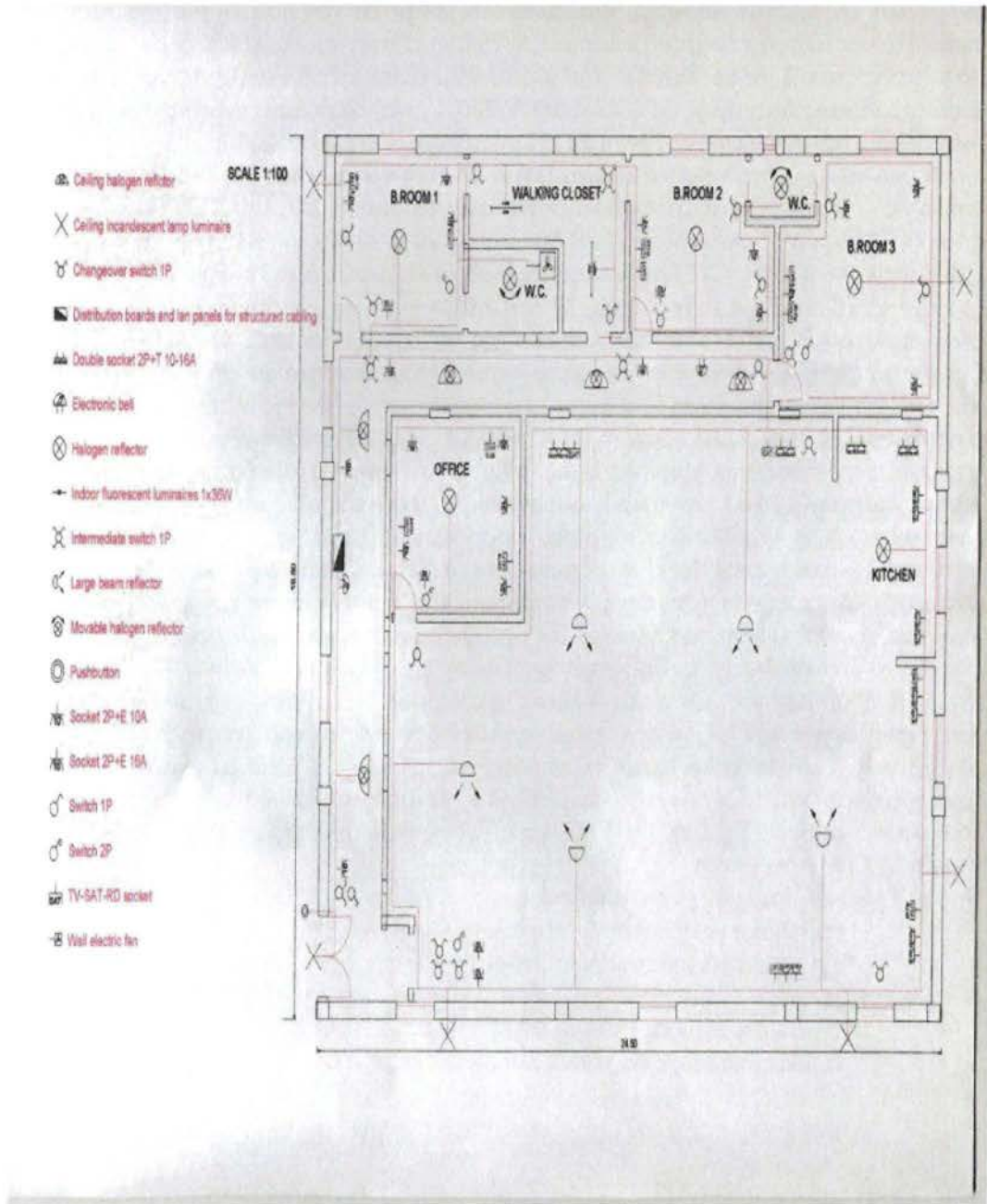
2.2 Εισαγωγή στις Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στους σταθμούς παραγωγής και μεταφέρεται στα κέντρα κατανάλωσης μέσω των γραμμών μεταφοράς Υψηλής Τάσης (ΥΤ). Στα κέντρα κατανάλωσης η ΥΤ υποβιβάζεται σε Μέση Τάση (ΜΤ), για παράδειγμα, από 150 kV στα 20 kV, μέσω μετασχηματιστών υποβιβασμού τάσης. Οι μετασχηματιστές (ΜΣ) με τον αναγκαίο εξοπλισμό τους εγκαθίστανται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, οι οποίοι ονομάζονται υποσταθμοί διανομής και ανήκουν στην επιχείρηση διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (στην Ελλάδα είναι η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, ΔΕΗ). Διακρίνουμε τους υποσταθμούς διανομής σε ΥΤ/ΜΤ (150 kV/20 kV), όπου η ΥΤ υποβιβάζεται στη ΜΤ και τους υποσταθμούς διανομής ΜΤ/ΧΤ (400 V/230 V, πολική τάση/φασική τάση), όπου η ΜΤ υποβιβάζεται στη Χαμηλή Τάση (ΧΤ) (Τούλογλου, Στεργίου, 2005).

Ανάλογα με την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ των καταναλωτών, διακρίνουμε σε: (α) καταναλωτές - ΥΤ, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΥΤ της ΔΕΗ των 150 kV, (β) τους καταναλωτές - ΜΤ, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΜΤ της ΔΕΗ των 20 kV, και (γ) τους καταναλωτές - ΧΤ, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΧΤ της ΔΕΗ των 400 V/230 V, 50 Hz. Οι καταναλωτές ΥΤ και ΜΤ πρέπει να κατασκευάσουν με δική τους ευθύνη υποσταθμό με ΜΣ υποβιβασμού της ΥΤ ή ΜΤ σε ΧΤ. Οι καταναλωτές ΧΤ διαθέτουν μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος τοποθετείται με ευθύνη της ΔΕΗ στο σημείο παροχέτευσης της εγκατάστασης. Το σημείο παροχέτευσης ή σημείο σύνδεσης της εγκατάστασης με τη ΔΕΗ είναι ο ΜΣ ΜΤ/ΧΤ για καταναλωτές ΜΤ ή ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας για καταναλωτές ΧΤ. Από το σημείο σύνδεσης, ο καταναλωτής (πελάτης) παραλαμβάνει την ηλεκτρική ενέργεια, η οποία διανέμεται σε διάφορα σημεία στο εσωτερικό του χώρου του κτιρίου, όπου και καταναλώνεται από τα ηλεκτρικά φορτία της εγκατάστασης (π.χ. ηλεκτρικές μηχανές και λοιπές συσκευές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας). Η ηλεκτρική εγκατάσταση (ΗΕ) που απαιτείται για την παραλαβή, διανομή και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο εσωτερικό του κτιρίου, το οποίο ανήκει στον καταναλωτή, ονομάζεται εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση (ΕΗΕ) και είναι ιδιοκτησία του καταναλωτή. Οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας μεριμνούν μόνοι τους για την εκτέλεση της ΕΗΕ, στην οποία η ΔΕΗ δεν έχει καμία ανάμιξη. Η κάθε ΕΗΕ περιλαμβάνει ένα σύνολο από ηλεκτρολογικά υλικά, τα οποία έχουν επιλεγμένα χαρακτηριστικά και συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους, ώστε να επιτελούν ένα συγκεκριμένο σκοπό (Σχ.2.1). Οι ΕΗΕ κατατάσσονται ανάλογα (Αντωνόπουλος, 1992; Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

- με τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος σε:
 - οικιακές εγκαταστάσεις ή φωτισμού (μονοφασική παροχή)
 - εγκαταστάσεις κίνησης ή βιομηχανικές (τριφασική παροχή)
- με το χώρο σε:
 - εγκαταστάσεις υπαίθρου (εξωτερικών χώρων)
 - εγκαταστάσεις κλειστού χώρου
- με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο σε:
 - χώρων ηλεκτρικής υπηρεσίας (υποσταθμοί, μετασχηματιστές, κλπ.)
 - ξηρών χώρων
 - πρόσκαιρα υγρών χώρων (στεγνωτήρια, βεράντες, κλπ.)
 - υγρών χώρων (ψυγεία, τουαλέτες, κακώς αεριζόμενα υπόγεια)
 - βρεγμένων χώρων (λουτρά, πλυντήρια, ψυκτικοί θάλαμοι, κλπ.)
 - χώρων με κίνδυνο πυρκαγιάς (αποθήκες ξύλου, καυσίμων, κλπ.)

- χώρων με κίνδυνο εκρήξεων (εργοστάσια, αποθήκες)
- χώρων με σκόνη (υφαντήρια, αποθήκες τσιμέντου, κλπ.)
- εγκαταστάσεις ρυπαρών χώρων (χημικά εργοστάσια, βαφεία, κλπ.)
- χώρων μεγάλης συγκέντρωσης (αίθουσες θεάτρων, κινηματογράφοι, καταστήματα, εκθέσεις, χώροι συναυλιών, κλπ.)
- εγκαταστάσεις σε στάβλους, σιτοβολώνες, κλπ.



Σχήμα 2.1 Σχέδιο EHE

Τέλος, τα βασικά μέρη μιας ΕΗΕ είναι τα εξής (Εικ.2.2)(Αντωνόπουλος, 1992; Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

- Αγωγοί και καλώδια,
- Ηλεκτρικοί πίνακες,
- Γειώσεις
- Σωλήνες - εξαρτήματα - κανάλια διανομής,
- Ασφάλειες,
- Διακόπτες,
- Ρευματοδότες και ρευματολήπτες,
- και Φωτιστικά σώματα.



Εικόνα 2.2 Πίνακας διανομής σε ηλεκτρική εγκατάσταση

2.3 Ιατρικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Ιατρικοί χώροι ονομάζονται εκείνοι οι χώροι στους οποίους διεξάγονται ιατρικές εξετάσεις, θεραπεία ή μασάζ σε ανθρώπους ή ζώα (Τούλογλου, Στεργίου, 2005). Οι ιατρικοί χώροι σε σχέση με τον τρόπο χρήσης τους, διακρίνονται στις παρακάτω ομάδες-εφαρμογής (Πιν.2.1)(Bastian, 2000;Bastianetal., 2001):

- στους χώρους της ομάδας εφαρμογής 1, όπου επιτρέπονται μόνο εξετάσεις και θεραπείες με ηλεκτροϊατρικές συσκευές οι οποίες σε διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος μπορούν δίχως κίνδυνο να τερματιστούν και να επαναληφθούν. Για παράδειγμα, μέτρα της δραστηριότητας της καρδιάς σε φορτίο με ηλεκτροκαρδιογράφημα.
- Στους χώρους της ομάδας εφαρμογής 1^Ε, λειτουργούν συσκευές που εξαρτώνται από το δίκτυο που σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού

ρεύματος συνεχίζουν τη λειτουργία τους με εφεδρικό ρεύμα, για παράδειγμα τα φωτιστικά χειρουργείου.

- Στους χώρους της ομάδας εφαρμογής 2^E διεξάγονται εξετάσεις και θεραπείες που η διακοπή τους δεν επιτρέπεται, εφόσον διαφορετικά κινδυνεύει η ζωή και η υγεία του ασθενή. Εδώ το κύκλωμα δεν πρέπει να διακόπτεται με την εμφάνιση του πρώτου βραχυκυκλώματος γραμμής-περιβλήματος. Για αυτό, το δίκτυο παροχής, πρέπει να είναι του είδους IT, με μονωτική επίβλεψη. Σε περίπτωση διακοπή ρεύματος, πρέπει να υπάρχει ειδική εφεδρική παροχή ρεύματος.

Πίνακας 2.1 Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης του συστήματος φωτισμού¹⁰

Ομάδα Εφαρμογής	Παράδειγματα	Μέτρα Προστασίας
OE 1	Κοιτώνες, χώροι κτηνιατρικοί χώροι μασάζ,	Μόνωση προστασίας, χαμηλή τάση προστασίας, διάταξη προστασίας, διάταξη προστασίας από ρεύμα σφάλματος $I_{\Delta n} \leq 30mA$
OE 1 ^E	Χώροι εξέτασης, χώροι τοκετού, χώρα εντατικής παρακολούθησης, χειρουργικοί χώροι	Μόνωση προστασίας χαμηλής τάσης προστασίας μέχρι 24V. Διάταξη προστασίας FI με $I_{\Delta n} \leq 30mA^*$, δίκτυο IT
OE 2 ^E	Χώροι εγχειρήσεων και χώροι προετοιμασίας εγχειρήσεων, χώροι επαναπόκτησης των αισθήσεων, χώροι έντασης παρακολούθησης	Μόνωση προστασίας, χαμηλή τάση προστασίας μέχρι 25V, διάταξη προστασίας με $I_{\Delta n} \leq 30mA^*$, δίκτυο IT

* χρόνος διέγερσης της διάταξης προστασίας από ηλεκτρικό ρεύμα σφάλματος (FI) πρέπει να είναι μικρότερος από 40 ms.

Η ηλεκτρική εγκατάσταση σε χώρους μέτρησης τάσεων σωματικής δραστηριότητας, για παράδειγμα σε χώρους χειρουργικής και ηλεκτροκαρδιογράφησης, πρέπει να είναι τέτοιου είδους, ώστε οι οποιεσδήποτε διαταραχές να μην μεταδίδονται μέσω ηλεκτρικών τηλεπιδράσεων στις ηλεκτροϊατρικές μετρητικές διατάξεις. Ο όρος αυτός πληρούται μόνο με την χρήση αγωγών με αγωγή θωρακιστικό περιβλήμα ή με την τοποθέτηση των αγωγών σε μεταλλικά κανάλια εγκατάστασης. Τα αγωγή περιβλήματα των αγωγών, ή τμήματα των καναλιών εγκατάστασης πρέπει να συνδέονται αγωγή όχι μόνο μεταξύ τους αλλά και με τον αγωγό αντιστάθμισης δυναμικού. Για παράδειγμα, μέσω συγκολλημένων με κολλητήρι συρμάτων γεφυρών ή μέσω συγκολλημένων σημείων. Η τοποθέτηση θωρακισμένων αγωγών δεν είναι απαραίτητη, όταν στους τοίχους στις οροφές και στα δάπεδα των προστατευόμενων χώρων έχει εγκατασταθεί φύλλο θωράκισης. Στους χώρους της ομάδας εφαρμογής 2, επιτρέπεται η τοποθέτηση

¹⁰Schneider Electric, (2010). *Εξοικονόμηση Ενέργειας, Οδηγός Λύσεων*. www.schneider-electric.gr

αγωγών μόνο για παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Καλώδια (αγωγοί) πλακέ δεν επιτρέπονται. Οι ηλεκτρικοί πίνακες εγκαθίστανται έξω από τους χώρους και πρέπει να είναι οποτεδήποτε προσιτοί. Τα κυκλώματα που δεν προβλέπονται για τους ιατρικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν ξεχωριστούς ηλεκτρικούς πίνακες. Οι δύο πίνακες μπορούν να τοποθετηθούν στο ίδιο περίβλημα εφόσον αυτό, έχει ενισχυμένη μόνωση. Για τον έλεγχο της μονωτικής αντίστασης ενσωματώνονται ακροδέκτες απομόνωσης τύπου ουδέτερου αγωγού. Για τη λειτουργία του δικτύου IT στους χώρους της ομάδας εφαρμογής 2, πρέπει για κάθε χώρο να υπάρχει τουλάχιστον ένας μετασχηματιστής (ΜΣ). Ο μετασχηματιστής πρέπει να έχει απομονωμένα τυλίγματα και να είναι εξοπλισμένος με ενισχυμένη μόνωση. Η ονομαστική τάση του δευτερεύοντος δεν πρέπει να υπερβαίνει 220 V (Bastian, 2000; Bastianetal., 2001).

Οι νοσοκομειακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα, ακολουθούν τους κανονισμούς ΕΗΕ, της ΔΕΗ, και τους γερμανικούς κανονισμούς VDE 0107 για νοσοκομεία και VDE 0185, DIN57815 για την αντικεραυνική προστασία, γειώσεις και θέματα εξίσωσης δυναμικού (Σχ.2.2). Γενικά, οι νοσοκομειακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις διακρίνονται σε (Αντωνόπουλος, 1992; Bastian, 2000; Bastianetal., 2001; Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001; Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

I. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Ισχυρών Ρευμάτων (HEIP), που περιλαμβάνουν:

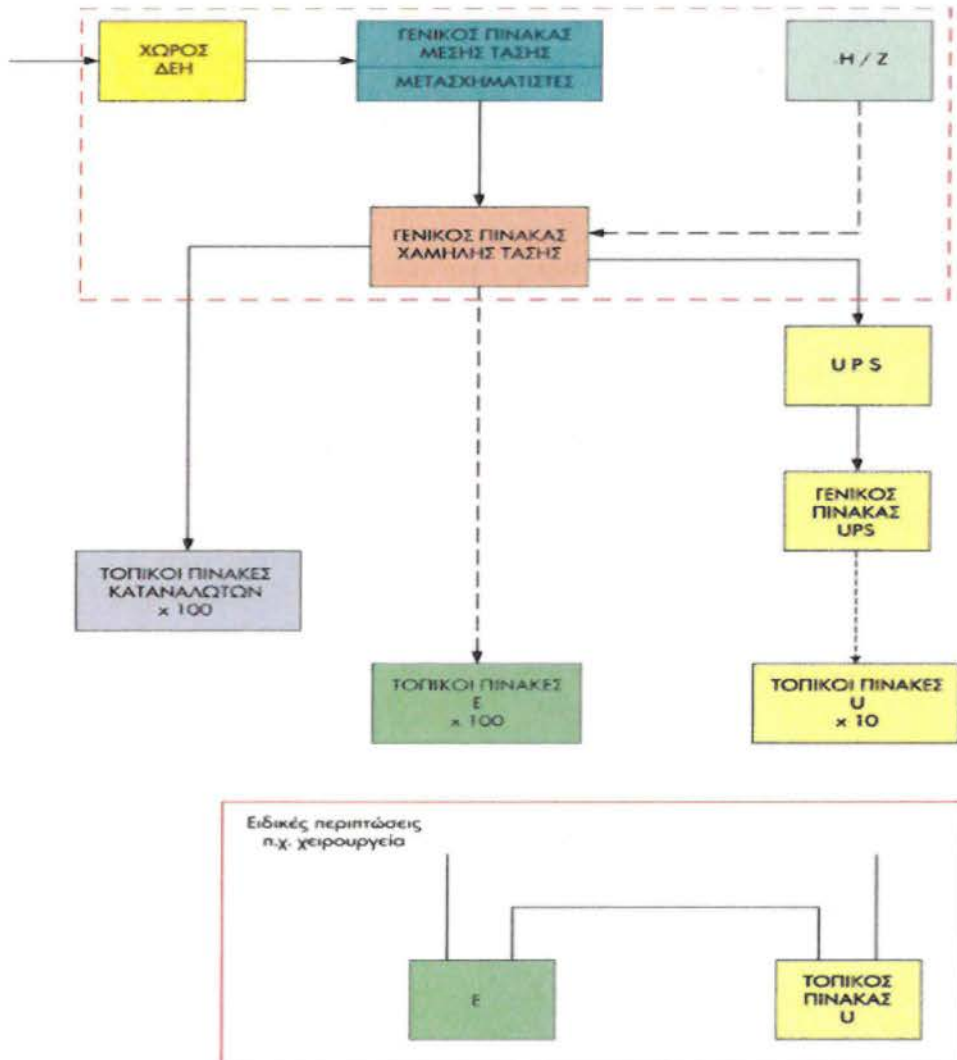
- σύστημα μέσης τάσης 20KV, 50Hz
- υποσύστημα υποβιβασμού τάσης 20KV/400V, 50Hz
- σύστημα διανομής ανάγκης (*emergency*) 230/400V, 50Hz
- σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS)
- καταναλώσεις φωτισμού και κίνησης 230/400V
- σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτρονόμων λειτουργίας και προστασίας των γενικών πινάκων MT & XT
- τοπικά συστήματα 42V, 50Hz
- συστήματα γειώσεων προστασίας και αντικεραυνικής προστασίας
- ιατρικός και ξενοδοχειακός εξοπλισμός

II. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Ασθενών Ρευμάτων (HEAP), που περιλαμβάνουν:

- εγκατάσταση τηλεφώνων και δεδομένων (*data*)
- εγκατάσταση ενδοσυνεννοήσεων, θυροτηλεφώνων, κουδουνιών
- εγκαταστάσεων TV, ήχου
- κλήση αδελφής νοσοκόμας
- ρολόγια
- σύστημα αναζήτησης προσώπων
- εγκατάσταση συστήματος προτεραιότητας εξωτερικών ιατρείων
- εγκατάσταση συναγερμού έναντι κλοπής

Το νοσοκομείο υπό κανονικές συνθήκες, εξυπηρετείται από δίκτυο μέσης τάσης (MT) εταιρείας παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ). Για την περίπτωση διακοπής της παροχής από την εταιρεία ή για περίπτωση μερικής βλάβης της εγκατάστασης του Υποσταθμού (αστοχία ενός ΜΣ ή σφάλμα μίας φάσης ή μείωση της τάσης του δικτύου της εταιρείας κάτω από την αποδεκτή στάθμη του 10%), προβλέπεται η τροφοδοσία κρίσιμων καταναλώσεων μέσω Ηλεκτροπαραγωγών Ζευγών (H/Z). Εκτός

από αυτές τις πηγές ενέργειας, προβλέπεται και σύστημα *UPS*, με συστοιχία μπαταριών που καλύπτει τα κρίσιμα φορτία ιατρικού εξοπλισμού, σύμφωνα με τον κανονισμό *VDE 0107*. Για την εγκατάσταση ενός υποσταθμού *MT* σε ένα νοσοκομείο διατίθεται κυρίως ένας υπόγειος χώρος (Αντωνόπουλος, 1992; Bastian, 2000; Bastianetal., 2001; Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001; Τούλογλου, Στεργίου, 2005).



Σχήμα 2.2 Διάγραμμα νοσοκομειακής ηλεκτρικής εγκατάστασης

Η τροφοδοσία ενός νοσοκομείου γίνεται συνήθως από το *εναέριο δίκτυο MT* της ΔΕΗ (Ελλάδα) (20KV, 50Hz) στα όρια του οικοπέδου του. Στο χώρο που εγκαθίστανται ο *γενικός πίνακας MT* του νοσοκομείου που είναι τύπου πεδίου (κυψελών) και αποτελείται από:

- τα πεδία ή πεδία άφιξης της *MT*
- ένα πεδίο αναχώρησης για κάθε *ΜΣ*
- ένα πεδίο αναχώρησης προς δεύτερο γενικό πίνακα *XT* (αν υπάρχει σε περίπτωση απομακρυσμένου κτιρίου)

Κάθε πεδίο περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα όργανα λειτουργίας, διακοπής και προστασίας. Η τροφοδοσία των ΜΣ γίνεται με μονοπολικά καλώδια των 20 KV. Στους χώρους κάτω από τον υποσταθμό δημιουργείται υπόγειο καθαρού ύψους τουλάχιστον ενός μέτρου για την εγκατάσταση των καλωδίων MT&XT που συνδέουν τους πίνακες με τους ΜΣ. Τα καλώδια οδεύουν πάνω σε σχάρες ξεχωριστές για MT&XT, με τις απαιτούμενες μεταξύ τους αποστάσεις.

Ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ κάθε νοσοκομείου τοποθετούνται δύο ή περισσότεροι ΜΣ κατάλληλης ισχύος. Συνήθως χρησιμοποιούνται ΜΣ τύπου ελαίου. Όσο αφορά την ισχύ τους, το συνολικό ταυτοχρονισμένο φορτίο του ΜΣ, υπό κανονικές συνθήκες, να μην υπερβαίνει το 80% του ονομαστικού φορτίου του. Οι ΜΣ στα νοσοκομεία δεν παραλληλίζονται για λόγους ασφαλείας. Στο διακόπτη διασύνδεσης τους, υπάρχει σύστημα αποκλεισμού (με κλειδιά) από τους γενικούς διακόπτες των ΜΣ, ώστε να αποκλείεται ο παραλληλισμός τους (Αντωνόπουλος, 1992; Bastian, 2000; Bastianetal., 2001).

Για τους γενικούς πίνακες XT στα νοσοκομεία, προβλέπεται ειδικός χώρος. Κάθε ΜΣ τροφοδοτεί το δικό του ξεχωριστό τμήμα του γενικού πίνακα. Για την εξασφάλιση της τροφοδοσίας φορτίων ανάγκης του νοσοκομείου σε περίπτωση διακοπής ή ακαταλληλότητας του δικτύου εγκαθίστανται δύο Ηλεκτροπαραγωγή Ζεύγη (H/Z), συνήθως με ισχύ 500-850 KVA. Τα H/Z πρέπει να μπορούν να υπερφορτίζονται κατά 10% επί μία ώρα ανά 12 ώρες λειτουργίας υπό πλήρες φορτίο, και να αποδίδουν ισχύ με συντελεστή ισχύος 0,8, στις παρακάτω συνθήκες (Bastian, 2000; Bastianetal., 2001; Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001):

- παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα τριφασικό με φασική φάση 230V και πολική τάση 400V, 50 Hz και με ουδέτερο,
- καύσιμο πετρέλαιο *diesel*, και
- θερμοκρασία χώρου εγκαταστάσεων <40 °C.

Τα H/Z είναι και αυτά εγκατεστημένα σε ειδικό χώρο, στο οποίο συνήθως βρίσκονται και οι πίνακες αυτοματισμού, ελέγχου και επιτήρησης. Επίσης στο ίδιο χώρο βρίσκονται η δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το κύκλωμα καυσαερίων οι διατάξεις μείωσης θορύβου κλπ. Τα κυριότερα φορτία ανάγκης που πρέπει να τροφοδοτήσουν τα H/Z σε περίπτωση διακοπής ρεύματος είναι (Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001):

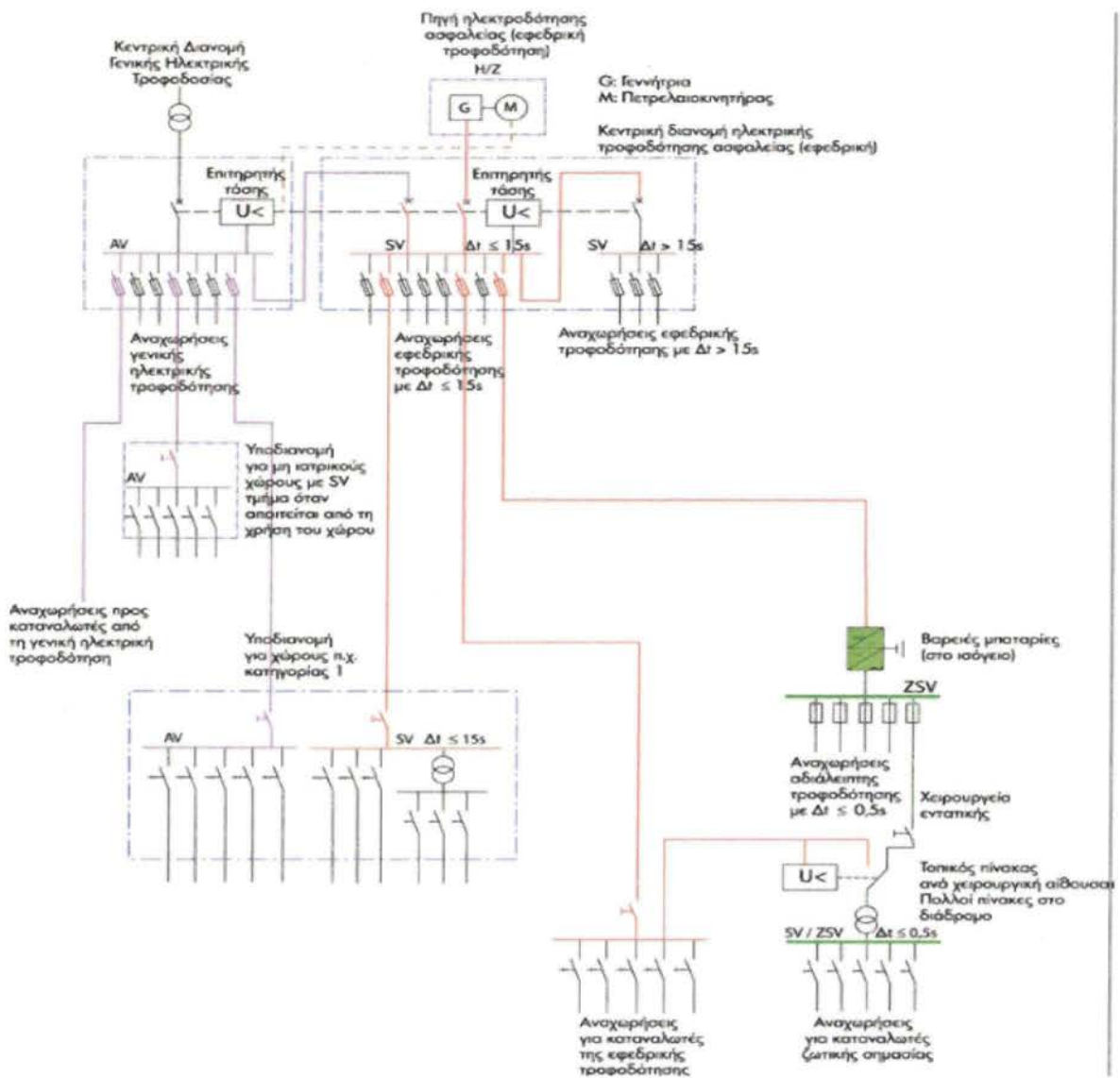
- φωτισμός ασφαλείας, νυκτός θαλάμων ασθενών, εξωτερικός φωτισμός,
- ένας ρευματοδότης ανά κλίνη στους θαλάμους νοσηλείας,
- πιεστικά ύδρευσης και πυρόσβεσης,
- ψυγεία αίματος και ψυκτικών θαλάμων (φάρμακα, τρόφιμα),
- σύστημα πυρανίχνευσης,
- συστήματα τηλεφώνων και ενδοεπικοινωνίας,
- ποσοστό ακτινολογικών μηχανημάτων (αξονικός τομογράφος, ένα από τα μηχανήματα ακτινοσκόπησης, το αγγειογραφικό μηχάνημα),
- όλα τα φορτία στα χειρουργεία, στην εντατική, τμήματα πρόωρων, τμήματα εμφραγμάτων,
- μέρος των ρευματοδοτών στα εξεταστήρια και εργαστήρια,
- η τροφοδοσία συστήματος UPS,
- ανελκυστήρες και
- μέρος του φορτίου στα μαγειρεία.

Πρακτικά σε κάθε τμήμα του νοσοκομείου υπάρχουν τουλάχιστον δύο δίκτυα διανομής (Σχ.2.3)(Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001):

- το ένα δίκτυο αφορά τα κανονικά φορτία και έρχεται απευθείας από τους ΜΣ, οπότε αν διακοπεί η τάση τους, παύουν να τροφοδοτούνται, και
- το άλλο δίκτυο αφορά τα φορτία ανάγκης και παίρνει και αυτό ηλεκτρικό ρεύμα από τους ΜΣ, αν διακοπεί όμως η τάση τους, τότε με αυτόματη ζεύξη συνδέεται με τα H/Z.

Το κάθε δίκτυο έχει ξεχωριστές γραμμές για το φωτισμό και την κίνηση. Το κάθε H/Z, διαθέτει ένα διακόπτη φορτίου αυτόματο και ένα χειροκίνητο για λόγους συντήρησης. Η εντολή της έναρξης λειτουργίας των H/Z δίνεται δίνοντας από τον *επιτηρητή τάσης*, ο οποίος είναι ηλεκτρονικού τύπου και επιτηρεί συνεχώς τη τάση του δικτύου των 3 φάσεων έναντι του ουδετέρου με ενσωματωμένο ποτενσιόμετρο για ρύθμιση της περιοχής λειτουργίας του. Τα δύο H/Z είναι εφοδιασμένα με *ενιαίο σύστημα επιτήρησης*, το οποίο πραγματοποιεί ειδικότερα τις παρακάτω λειτουργίες (Bastian, 2000;Bastianetal., 2001;Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001):

- όταν η τάση στη μπάρα που έρχεται από το δευτερεύον του ΜΣ πέσει κάτω από μία τιμή, τότε δίνει εντολή να κλείσει το κύκλωμα εκκίνησης (θέση ON) του πετρελαιοκινητήρα,
- δίνει εντολή χειρισμών στους αυτόματους διακόπτες άφιξης και στο μεταγωγικό διακόπτη του γενικού πίνακα ΧΤ,
- επιτηρεί την λειτουργία και τον παραλληλισμό των ζευγών,
- σταματά αυτόματα το ένα ή και τα δύο H/Z ανάλογα με το συνολικό φορτίο,
- σταματά αυτόματα όποιο H/Z παρουσιάζει βλάβη,
- σε περίπτωση αστοχίας, επαναλαμβάνει αυτόματα τη διαδικασία εκκίνησης,
- μανδαλώνει το αυτοματισμό εκκίνησης μετά από 3 ανεπιτυχείς απόπειρες εκκίνησης, και
- κατά την αποκατάσταση του δικτύου της εταιρείας (π.χ. ΔΕΗ) κάνει αυτόματη μεταγωγή του φορτίου στην παροχή της εταιρείας.



Σχήμα 2.3 Διάγραμμα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε νοσοκομειακό χώρο

Τα H/Z πρέπει το πολύ μέσα σε 15 sec, σε περίπτωση διακοπής, να έχουν ξεκινήσει και να έχουν φτάσει στο ονομαστικό αριθμό στροφών, και μετά μέσω κατάλληλων διακοπών, να παραλληλιστούν και να τροφοδοτήσουν τον πίνακα που παρουσιάστηκε έλλειψη τάσης.

Οι γενικοί πίνακες διανομής βρίσκονται ακτινωτά εξαπλωμένοι σε διάφορους χώρους, συνήθως στο υπόγειο, από όπου ξεκινούν οι παροχές για τους υπερκείμενους ορόφους και καταλήγουν σε δευτερεύοντες πίνακες διανομής. Για κάθε τμήμα υπάρχουν ξεχωριστοί πίνακες για (α) κανονικά φορτία, (β) φορτία ανάγκης και (γ) φορτία UPS. Επιπλέον, τα τμήματα χωρίζονται για κάθε είδος ισχύος σε (α) ιατρικής χρήσης και (β) μη ιατρικής χρήσης. Οι πίνακες τμημάτων ιατρικής χρήσης φέρουν μπάρα εξίσωσης δυναμικού και χωρίζονται από τους διπλανούς τους με μεταλλικό διαχωριστικό, που εμποδίζει τη δημιουργία τόξου μεταξύ τους. Η τοποθέτηση των πινάκων διανομής για

την εξυπηρέτηση των διαφόρων χώρων γίνεται ως εξής (Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001;Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

- κάθε τμήμα συγκεκριμένης λειτουργικότητας έχει δικό του πίνακα,
- ανεξαρτησία πινάκων φωτισμού και μηχανημάτων,
- διαχωρισμός των διατμηματικών χώρων του κτιρίου,
- διαχωρισμός των πυροσβεγανών διαμερισμάτων με τοποθέτηση ιδιαίτερου πίνακα για κάθε πυροσβεγανό διαμέρισμα.

Υπάρχουν όμως πίνακες διανομής που τοποθετούνται απευθείας από το γενικό πίνακα ΧΤ. Αυτοί είναι (Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001;Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

- πίνακες χειρουργείων
- πίνακες UPS
- πίνακες εντατικών εμφραγμάτων
- πίνακες ορισμένων ακτινολογικών μηχανημάτων
- πίνακες ορισμένων ανελκυστήρων (π.χ. χειρουργείων)
- πίνακες λεβητοστασίου, αντλιοστασίου πόσιμου νερού, πυροσβεστικού συγκροτήματος
- πίνακες μαγειρείων
- πίνακες εξωτερικών χώρων
- πίνακες πλυντηρίων - αποστείρωσης

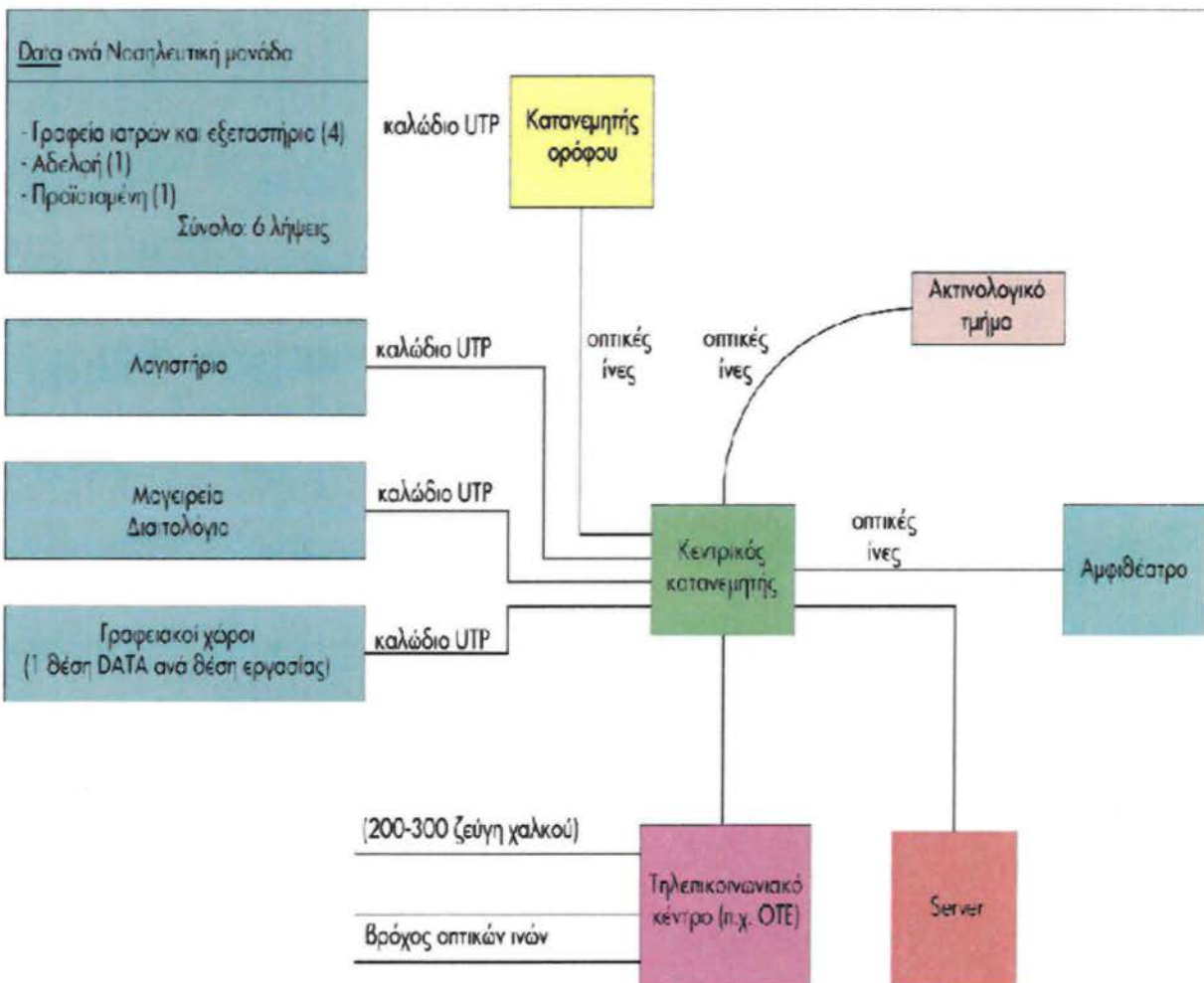
Για τους χώρους ιατρικής χρήσης δίνεται ιδιαίτερη φροντίδα και εφαρμόζονται τα συστήματα προστασίας που προβλέπουν οι κανονισμοί VDE 0107. Για να αποφευχθούν ρεύματα που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο τη ζωή των ασθενών, κάθε χώρος ιατρικής χρήσης περιλαμβάνει *σύστημα εξίσωσης δυναμικού*. Με το σύστημα αυτό περιλαμβάνονται οι διαφορές δυναμικού μεταξύ αγωγίμων μερών. Έτσι, όλα τα μεταλλικά μέρη, όπως πλαίσια θυρών και παραθύρων, σωληνώσεις αερίων και νερού, θερμαντικά σώματα, αγωγίμα δάπεδα, ιατρικός εξοπλισμός, ρευματοδότες κλπ., συνδέονται σε ξεχωριστή *μπάρα εξίσωσης δυναμικού*. Η *μπάρα εξίσωσης δυναμικού* συνδέεται με τη *μπάρα γείωσης* του αντίστοιχου ηλεκτρικού πίνακα με αγωγό χάλκινο, πολύκλωνο, διατομής τουλάχιστον 16mm². Μεταλλικά ντουλάπια ή άλλα αντικείμενα κρεμασμένα σε μη αγωγίμο τοίχο δεν είναι υποχρεωτικό να οδηγηθούν στη *μπάρα εξίσωσης δυναμικού*. Πρακτικά, τα *κρίσιμα ιατρικά φορτία* τροφοδοτούνται από τη ΔΕΗ, στην Ελλάδα. Εάν γίνει διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος, μέσα σε χρόνο μικρότερο των 0.5 sec, γίνεται αυτόματη μεταγωγή στο σύστημα μπαταριών του UPS, μέχρι να τροφοδοτηθεί το δίκτυο από τα Η/Ζ. Εάν και τα Η/Ζ υποστούν βλάβη, το UPS τροφοδοτεί μέχρι να εξαντληθούν οι μπαταρίες του. Σε περίπτωση βλάβης του UPS, τα κρίσιμα ιατρικά φορτία τροφοδοτούνται απευθείας από το δίκτυο ανάγκης (Bastian, 2000;Bastianetal., 2001;Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001;Τούλογλου, Στεργίου, 2005).

Όσο για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων, αφορά κυρίως την εγκατάσταση *τηλεφώνων* και *ψηφιακών γραμμών data* (PC, Internet, LAN) (Σχ.2.4). Σε κατάλληλες θέσεις των ορόφων του νοσοκομείου, εγκαθίστανται κατανεμητές που εξυπηρετούν με ακτινική διάταξη, όλες τις λήψεις *φωνής* ή *φωνής* και *data* σύμφωνα με τα πρότυπα της *δομημένης καλωδίωσης*. Ακολουθώντας τον τρόπο ανάπτυξης και τα πρότυπα της *δομημένης καλωδίωσης* έχουμε *τερματικές πρίζες data* κυρίως στα εξής σημεία (Bastian, 2000;Bastianetal., 2001;Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001):

- στις νοσηλευτικές μονάδες (γραφεία ιατρών, νοσηλευτών, εξεταστήρια),
- στο ακτινολογικό τμήμα (αξονικό τομογράφο),

- στο αμφιθέατρο (για εκπαιδευτικούς σκοπούς),
- λογιστήριο,
- και μαγειρεία.

Στην οριζόντια καλωδίωση χρησιμοποιούνται χάλκινα καλώδια UTP, 4 συνεστραμμένων ζευγών κατηγορίας 5 και άνω. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται ταχύτατη μετάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων (data) χρησιμοποιούνται οπτικές ίνες.



Σχήμα 2.4 Σύνδεση γραμμών τηλεφώνων και data σε νοσοκομειακό χώρο

Ο τεχνητός φωτισμός εσωτερικών χώρων αποβλέπει στη συμπλήρωση του φωτισμού ημέρας, όπου αυτός δεν επαρκεί ή στην πλήρη αντικατάστασή του για παράδειγμα το βράδυ. Ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να καλύπτει τις φυσιολογικές απαιτήσεις του

ατόμου και να δημιουργεί ένα ψυχολογικά ευχάριστο περιβάλλον με τη λιγότερη δυνατή οικονομική επιβάρυνση. Ο σωστός φωτισμός δεν είναι πολυτέλεια αλλά αναγκαιότητα τόσο κοινωνική όσο και οικονομική αφού η ευχαρίστηση, η άνεση, η παραγωγικότητα και η ασφάλεια του ανθρώπου βελτιώνεται με το σωστό φωτισμό (Ταπαλής και άλλοι, 2010).

Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την σχεδίαση του φωτισμού ενός χώρου ή κτιρίου είναι οι εξής (Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

- *φυσιολογικές απαιτήσεις* του ατόμου που καθορίζουν:
 - στάθμη φωτισμού
 - θάμβωση
 - κατανομή της λαμπρότητας στο χώρο
- τη *ψυχολογική διάθεση* του ατόμου που επηρεάζουν:
 - θερμοκρασία χρώματος
 - χρωματική απόδοση των λαμπτήρων
- την *οικονομία* που καθορίζουν:
 - εκλογή σωστής στάθμης φωτισμού
 - εκλογή σωστού είδους φωτισμού
 - εκλογή κατάλληλων λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων

Τα *φωτιστικά σώματα* (Εικ.2.3) που χρησιμοποιούνται πρέπει (Δημητρόπουλος και άλλοι, 2001; Ταπαλής και άλλοι, 2010; Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

- να έχουν ευχάριστο σχήμα και να εναρμονίζονται προς τη μορφή του Χώρου,
- να διατηρούν τη θερμοκρασία κοντά στους λαμπτήρες και τα όργανα λειτουργίας τους σε χαμηλά επίπεδα,
- να διανέμουν κατάλληλα τη φωτεινή ροή του λαμπτήρα, και
- να είναι προσιτά για συντήρηση & καθαρισμό.



Εικόνα 2.3 Είδη Λαμπτήρων

Σε *ιατρικούς χώρους των ομάδων 1 και 2* πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο κυκλώματα τροφοδοσίας από δύο πηγές τροφοδοσίας για μερικές από τις συσκευές φωτισμού. Το ένα από τα δύο πρέπει να συνδέεται με την παροχή ασφαλείας. Οι συσκευές φωτισμού στις οδούς διαφυγής πρέπει να συνδέονται με την παροχή ασφαλείας (Ουσταμπασίδης, 2010).

Το ανθρώπινο μάτι αποκτά τη μέγιστη οξύτητα οράσεως σε στάθμες φωτισμού από 10.000 μέχρι 20.000 Lux. Η πραγματοποίηση μίας τόσο υψηλής στάθμης φωτισμού σε χώρους εργασίας θεωρείται αντικοινωνική. Η πλειοψηφία των ανθρώπων θεωρεί σαν ικανοποιητική στάθμη φωτισμού για εργασία σε εσωτερικό χώρο εκείνη που βρίσκεται μεταξύ 1000 - 2000Lux. Η ελάχιστη στάθμη φωτισμού που επιτρέπει, χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια, την αναγνώριση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ανθρώπινου προσώπου, είναι της τάξεως των 100Lux. Για αν επιτευχθεί η πλέον ευνοϊκή λαμπρότητα του επιπέδου ή του αντικειμένου εργασίας, πρέπει να ληφθεί υπόψη η λαμπρότητα των επιφανειών και των αντικειμένων του περιβάλλοντος χώρου. Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι τιμές φωτισμού που μπορούν να θεωρηθούν σαν ικανοποιητικές για τα νοσοκομεία (Ταπαλής και άλλοι, 2010; Τούλογλου, Στεργίου, 2005):

Πίνακας 2.2 Απαιτούμενη ποσότητα Φωτισμού (Lux) στα Νοσοκομεία

Τύπος	Είδος εργασίας	Συνιστώμενα Lux
Γραφεία ιατρών	Γενικός φωτισμός	150
	Τράπεζα εργασίας	1000-500
Χώροι αναμονής		150
Λουτρά	Γενικός	200-100
	Καθρέπτης	400-200
Βιβλιοθήκη		500-250
Τμήμα Πρώτων Βοηθειών	Γενικός	1000-500
	Τοπικός	20000-10000
Διάδρομοι - σκάλες		150
Κουζίνα		500-250
Εργαστήριο (χώροι έρευνας)		500-250
Εργαστήριο (τράπεζα εργασίας)		1000-500
Χειρουργείο	Γενικός	1000-500
	Τράπεζα εργασίας	40000-20000
Οδοντιατρείο	Τμήμα ακτινών X, ρυθμιζόμενος φωτισμός	0-100, 0-50
	Γενικός	500-250
Μαιευτήριο	Έδρα (πολυθρόνα εξέτασης)	10000-5000
	Κρεβάτι τοκετού	500-250
	Χώρος τοκετού (γενικός)	200-100
	Χώρος αποθέσεως βρεφών και αναμονής	

2.3.1 Ασφάλεια και Προστασία

Οι ιατρικοί χώροι στα διεθνή πρότυπα ανήκουν στην κατηγορία των ιδιαίτερων χώρων και οι εγκαταστάσεις αυτών αναφέρονται σαν ιδιαίτερες (specialallocations – specialinstallations) (Εικ.2.5). Αυτό ισχύει γιατί διαθέτουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους λόγω του εξειδικευμένου εξοπλισμού που διαθέτουν. Τα κύρια χαρακτηριστικά που συνιστούν την ιδιαιτερότητα των ιατρικών χώρων είναι τα εξής (Ουσταμπασίδης, 2010):

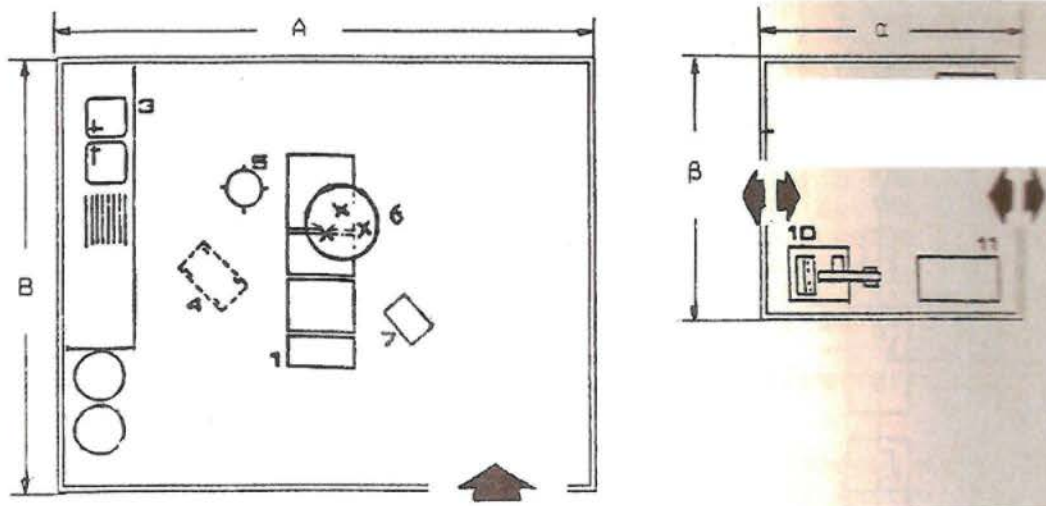
- Η δυνατότητα αντίδρασης των ασθενών σε πιθανούς κινδύνους είναι μειωμένη ή αδύνατη.
- Η ηλεκτρική αντίσταση του δέρματος πολλές φορές μειώνεται λόγω εισαγωγής καθετήρων και συναφών οργάνων εντός του ανθρωπίνου σώματος.
- Ο μυς της καρδιάς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στο ηλεκτρικό ρεύμα. Ηλεκτρικά ρεύματα άνω των 10mA είναι επικίνδυνα.
- Οι λειτουργίες του ανθρωπίνου οργανισμού υποστηρίζονται ή αντικαθίστανται προσωρινά ή συνεχόμενα από τα *ιατρικά μηχανήματα* που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα.
- Υφίστανται κίνδυνοι πυρκαγιάς και έκρηξης λόγω της ύπαρξης των αναισθητικών, των προϊόντων απολύμανσης και καθαρισμού.
- Ηλεκτρικές και μαγνητικές παρεμβολές, για παράδειγμα από τις ιατρικές ηλεκτρονικές ή ηλεκτρικές συσκευές ή ευρύτερα το ηλεκτρικό σύστημα, μπορεί να εκθέσουν τους ασθενείς σε κίνδυνο ή μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των ίδιων των συσκευών.
- Οι χειρουργικές επεμβάσεις δεν μπορούν να διακοπούν ή να επαναληφθούν χωρίς πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στον ασθενή.
- Η εντατική παρακολούθηση απαιτεί την ταυτόχρονη εφαρμογή διάφορων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ιατρικών συσκευών.
- Τα επιτρεπόμενα ρεύματα διαρροής μπορούν να επηρεάσουν κρίσιμες τιμές.
- Οι μακροπρόθεσμες καταγραφές των στοιχείων των ασθενών (*monitoring*) χάνονται σε περίπτωση διακοπών ρεύματος.



Εικόνα 2.4 Εντατική Μονάδα Θεραπείας (πηγή: Γενικό Νοσοκομείο Θράκης)

2.3.2 Παράδειγμα Εγκατάστασης: Αίθουσα μικροεπεμβάσεων

Η αίθουσα μικροεπεμβάσεων συναντάται συνήθως στα εξωτερικά ιατρεία και στα κέντρα υγείας. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, αφορά την αίθουσα μικροεπεμβάσεων σε κέντρα υγείας (Ουσταμπασίδης, 2010). Στο επόμενο σχήμα, φαίνεται η κτιριακή δομή της αίθουσας μικροεπεμβάσεων (Σχ.2.5).

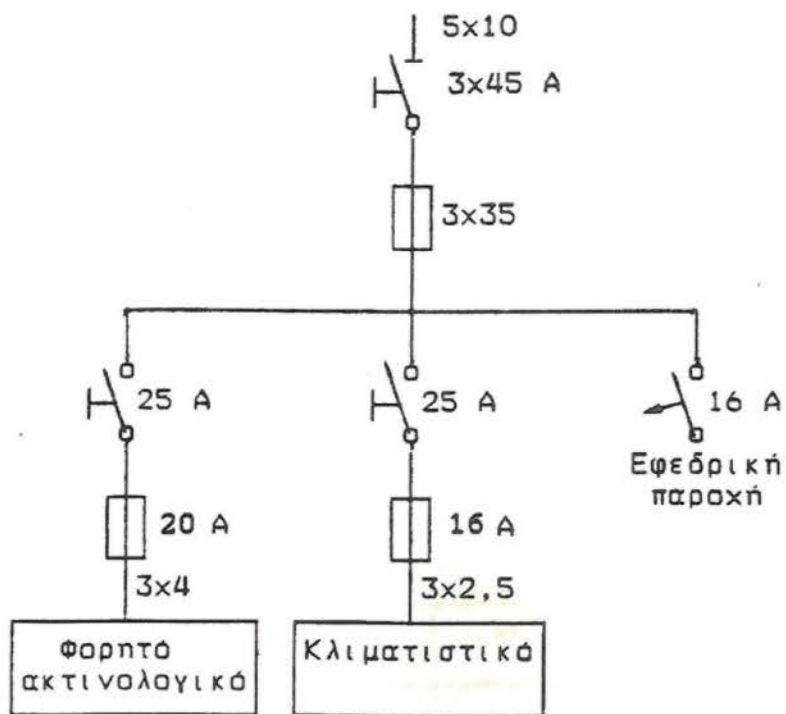
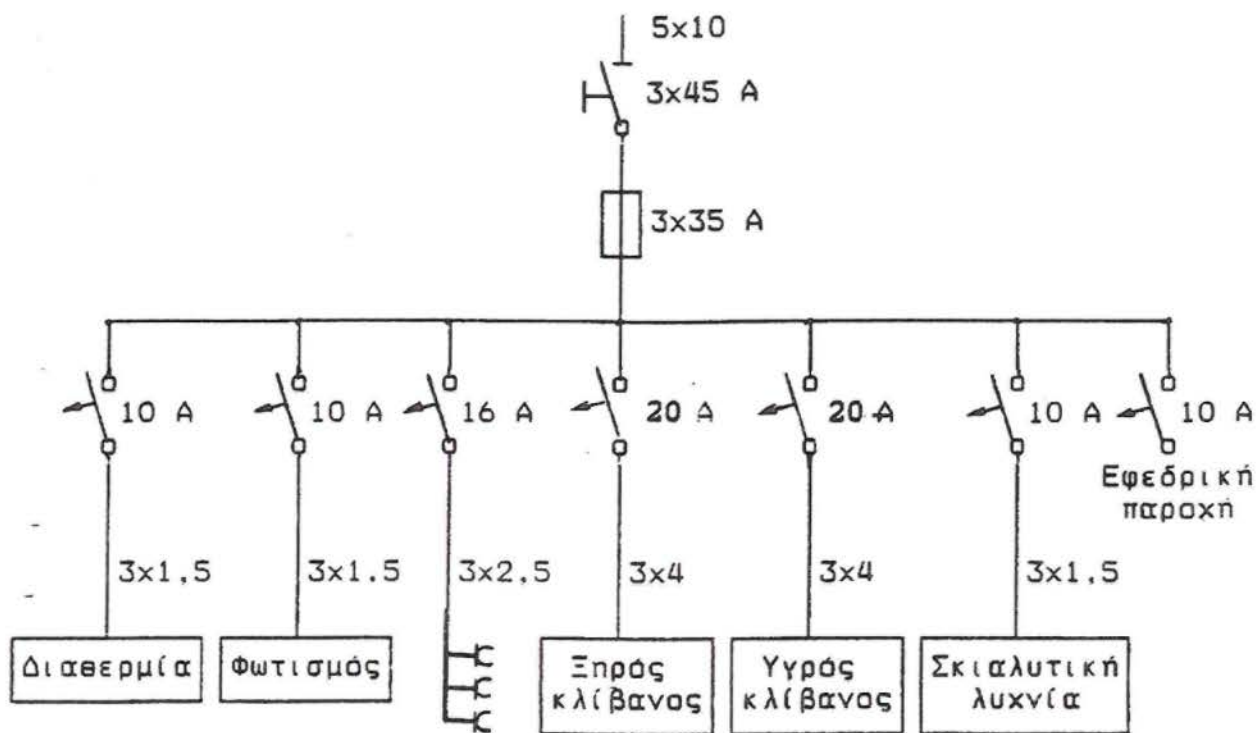


Σχήμα 2.5 Αίθουσα μικροεπεμβάσεων με χώρο αποστείρωσης $A=4.0\text{ m}$, $B=3.5\text{ m}$, $a=2.4\text{ m}$, $b=2.2\text{ m}$

Η ηλεκτρική εγκατάσταση της αίθουσας μικροεπεμβάσεων περιλαμβάνει: κλίβανους αποστείρωσης, ακτινολογικό μηχάνημα, διαθερμία, φωτισμό (γενικό και ειδικό) και κλιματιστικό (Σχ.2.5). Ο κλιματισμός της αίθουσας αυτής μπορεί να γίνει με ένα κλιματιστικό διαιρούμενου τύπου. Στον επόμενο πίνακα (Πιν.2.3), παρουσιάζονται οι σχετικές πληροφορίες που βασίζονται στο μονογραμμικό σχέδιο της ηλεκτρικής εγκατάστασης:

Πίνακας 2.3 Βασικός εξοπλισμός, παροχές & συνθήκες λειτουργίας

Εξοπλισμός χώρου	Παροχές	Συνθήκες λειτουργίας
1. Απλό χειρουργικό τραπέζι	- 3 κοινές ηλεκτρικές παροχές	- φωτισμός αίθουσας: 300 Lux
2. Αναρρόφηση - συσκευή οξυγόνου	- 1 ενισχυμένη ηλεκτρική παροχή για το φορητό ακτινολογικό	- προβολέας: 30000 Lux
3. Πάγκος (γύψου κ.λπ.)	- 1 ενισχυμένη ηλεκτρική παροχή για το κλιματιστικό	- βοηθητικός χώρος: 300 Lux
4. Τροχήλατο εργαλείων	- ενδοεπικοινωνία	- θερμοκρασία :
5. Τροχήλατο σκαμπό γιατρού	- παροχή κρύου και ζεστού νερού	χειμώνας: 22 °C
6. Προβολέας χειρουργείου		καλοκαίρι: 26 °C
7. Στατό όρων		
10. Φορητό ακτινολογικό		
11. Κουνάκι		
12. Κλίβανος εργαλείων		
13. Νεροχύτης		



Σχήμα 2.6 Ηλεκτρικοί πίνακες αίθουσας μικροπεμβάσεων

2.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας και Νοσοκομεία

Η κατανάλωση ενέργειας στο οικιακό τομέα αφορά το 23.5% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα. Η κατανάλωση αυτή αφορά (Γιακουμή, 2010):

- θερμικά φορτία και
- ηλεκτρικά φορτία (μαγείρεμα, φωτισμός, οικιακές συσκευές, ψύξη κλπ.).

Τα ηλεκτρικά φορτία στο οικιακό τομέα αντιστοιχούν στο 35% περίπου της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ. Παρά τη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των οικιακών συσκευών και του φωτισμού, η ηλεκτρική κατανάλωση αυξάνει κατά 2% το έτος, την τελευταία δεκαετία. Αυτή η αύξηση, σχετίζεται με τα υψηλότερα επίπεδα άνεσης, και την εισαγωγή νέου τύπου φορτίων (ηλεκτρονικές συσκευές) που αυξάνει συνεχώς. Η σπατάλη ενέργειας στα κτιριακά συγκροτήματα σχετίζονται με (Γιακουμή, 2010):

- το κέλυφος
 - ελλιπή θερμομόνωση του κελύφους
 - κακή κατάσταση των πλαισίων ανοιγμάτων
 - ανεπαρκής σκιασμός
- το φωτισμό
 - σημαντικός αριθμός λαμπτήρων πυρακτώσεως
 - ανεπαρκής αξιοποίηση φυσικού φωτισμού
 - ανοικτά φώτα χωρίς να χρειάζονται
- την θέρμανση
 - παλαιά συστήματα λεβήτων/καυστήρων με χαμηλούς βαθμούς απόδοσης
 - ελλιπής θερμομόνωση των δικτύων διανομής
 - έλλειψη αυτοματισμών
- τον κλιματισμό
 - αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες αμφιβόλου προελεύσεως, ποιότητας και αποδοτικότητας
- το Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)
 - μη αξιοποίηση ηλιακών συστημάτων

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA) το 15%, της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, στην Ευρώπη, μέχρι το 2030, θα οφείλεται σε λειτουργία των συσκευών που βρίσκονται σε «κατάσταση αναμονής» ή κατάσταση «εκτός λειτουργίας». Ο κανονισμός 1275/2008 της ΕΕ, επιβάλλει από το 2013 η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Γιακουμή, 2010):

- σε θέση «εκτός λειτουργίας» να μην υπερβαίνει το 0.5Watt, και
- και σε «κατάσταση αναμονής» να μην υπερβαίνει το 1 Watt.

Σε ορισμένου τύπου συσκευές, για παράδειγμα σε DVD συσκευές, η κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής ή εκτός λειτουργίας, φτάνει μέχρι και 72% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Έχει υπολογιστεί ότι το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να προκύψει βάση των ακόλουθων παραδοχών φαίνεται στον Πίνακα 2.4 (Γιακουμή, 2010):

- αντικατάσταση των υπαρχόντων ηλεκτρικών συσκευών με ενεργειακά αποδοτικότερες,

- αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL), και
- αλλαγή συμπεριφοράς (αποφυγή *standby* λειτουργίας και κλείσιμο τους από τον διακόπτη ON/OFF)

Πίνακας 2.4 Δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας (δομή της εξοικονόμησης ενέργειας ανά τύπο χρήσης)

Κατηγορία	Ποσοστό εξοικονόμησης
Standby	27%
Φωτισμός	21%
Ψυγεία – καταψύκτες	40%
Συσκευές πλυσίματος	11%
Μέση ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ανά κατοικία 1074 kWh/έτος/κατοικία	

Το αυξημένο κόστος λειτουργίας των *νοσοκομείων* και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος οδηγεί στην ανάγκη χρήσης σύγχρονων εγκαταστάσεων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των νοσοκομείων (μεγάλο μέγεθος κτιρίων, 24ωρη λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, διατήρηση εσωτερικής θερμοκρασίας, ταυτόχρονη λειτουργία πολλών ιατρικών μηχανημάτων), η ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα επιφάνειας είναι ιδιαίτερα υψηλή και σχεδόν υπερδιπλάσια σε σχέση με τα υπόλοιπα δημόσια κτήρια (Παπακωνσταντίνου, 2010). Σε έρευνα του ΚΑΠΕ (Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) για τη μείωση της ενεργειακής σπατάλης των δημόσιων κτηρίων της χώρας, διαπιστώνει πλήθος προβλημάτων και ελλειψεων σε ότι αφορά το κέλυφος των κτηρίων αλλά και τον ηλεκτρομηχανολογικό τους εξοπλισμό ειδικά σε παλαιότερα κτήρια (ελλιπής θερμομόνωση, παλαιότητα εξοπλισμού, ανυπαρξία προγράμματος διαχείρισης ενέργειας κ.α.). Με την εφαρμογή μέτρων χαμηλού κόστους για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων, μπορεί να επιτευχθεί *εξοικονόμηση της τάξεως του 20%* τουλάχιστον (132 GWh ετησίως στο σύνολο των νοσοκομείων), το οποίο μεταφράζεται ποσοτικά σε εξοικονόμηση €9 εκατ. ετησίως. Η μελέτη, εκτός των άλλων, εστίασε σε οκτώ νοσοκομεία όπου η μέση κατανάλωση ενέργειας είναι 427 kWh/m², ενώ στη Γαλλία για παράδειγμα, η κατανάλωση φτάνει τα 345 kWh/m² κατά μέσο όρο (Μαρκογιαννάκης, Σοφρώνης, 2000). Οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται συνεχώς σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Ακόμα και η *Γερμανία* που αποτελεί πρότυπο στην εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, το κόστος για καύσιμα σε 2.139 νοσοκομεία αυξήθηκε κατά 18.1% από το 2002 μέχρι το 2005, ενώ τα υπόλοιπα λειτουργικά έξοδα αυξήθηκαν μόλις 6%. Επίσης, για παράδειγμα, στην *Αυστρία* τα λειτουργικά έξοδα για ενέργεια αυξήθηκαν από το 2006 μέχρι το 2008 κατά 50%.

Στην Ελλάδα, η κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα φτάνει το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ το 65% του συνόλου των κτηρίων έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980, δεν διαθέτουν θερμομόνωση και τα συστήματα θέρμανσης είναι παλαιάς τεχνολογίας και ιδιαίτερα ενεργοβόρα (Παπακωνσταντίνου, 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη, συνεπώς, την παλαιότητα της πλειοψηφίας των νοσοκομείων και το ότι είναι ιδιαίτέρως ενεργοβόρα κτήρια, απαιτούνται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας. Η ενεργειακή κατανάλωση στα νοσοκομεία (αλλά και γενικά στα κτιριακά συγκροτήματα) εξαρτάται από παράγοντες όπως (ΚΑΠΕ, 2011; Παπακωνσταντίνου, 2010):

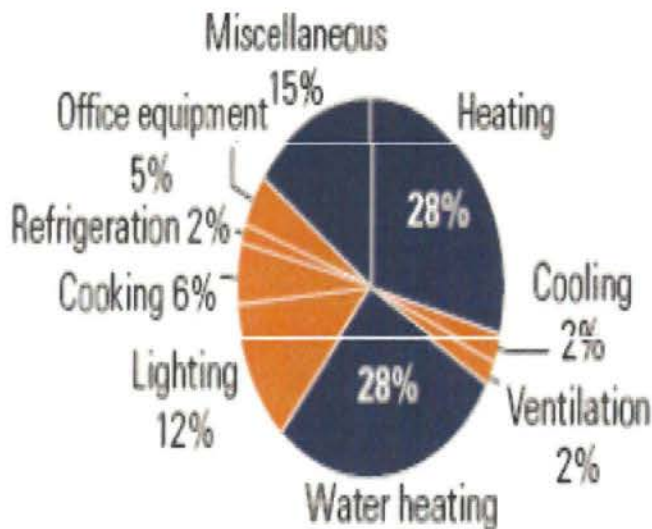
- η χρήση,
- η χρονολογία κατασκευής και η κατάσταση του κελύφους,
- το επίπεδο θερμομόνωσης,
- η κλιματική ζώνη,
- η παλαιότητα και το επίπεδο συντήρησης του μηχανολογικού εξοπλισμού,
- ο κλιματισμός των χώρων,
- το επίπεδο ενεργειακής διαχείρισης κλπ.

Η θέρμανση των νοσοκομείων καταναλώνει περίπου το 75% της ενέργειας, ενώ το 25% αφορά κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία (Σχ.2.7). Τα μέτρα που προτείνει η διεθνής βιβλιογραφία και το ΚΑΠΕ για ενεργειακή αναβάθμιση και εξοικονόμηση ενέργειας με βάση το κόστος - όφελος, είναι τα εξής (ΚΑΠΕ, 2011; Παπακωνσταντίνου, 2010):

- υιοθέτηση Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης Κτηρίων (BEMS - Building Energy Management Systems). Αυτά συμβάλλουν στην ορθολογική χρήση της ενέργειας μέσω του ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Τα συστήματα αυτά, μπορούν να επιφέρουν μείωση της κατανάλωσης θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού μέχρι 30%. Για παράδειγμα στην Γερμανία, πρωταθλήτρια στην εξοικονόμηση ενέργειας διεθνώς, η γερμανική κλινική *Bremerhaven* εφαρμόζοντας BEMS, κατάφερε να μειώσει το ενεργειακό κόστος από το 2007 κατά €1εκ. και τις εκπομπές CO₂ περίπου 25%. Από την άλλη, στο *Newcastle* του *Ηνωμένου Βασιλείου*, με την εφαρμογή BEM, η ενεργειακή κατανάλωση στις υπηρεσίες υγείας ελαττώθηκε κατά 26%, εξοικονομώντας ετησίως επίσης £1εκ. Η αποπληρωμή της επένδυσης επιτυγχάνεται μεταξύ 2 - 5 έτη.
- εγκατάσταση Μονάδας Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) που χρησιμοποιεί φυσικό αέριο. Οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας περίπου κατά 15 ως 40%. Το ελληνικό ιδιωτικό νοσοκομείο *Metropolitan* έχει εγκαταστήσει μονάδα ΣΗΘ καλύπτοντας το 45% των ενεργειακών του αναγκών και εξοικονομώντας το 30% των δαπανών για τη χρήση συμβατικής ενέργειας. Η αποπληρωμή της επένδυσης διαρκεί 4-7 έτη.
- διαμόρφωση οικολογικής συμπεριφοράς και συνείδησης από τους υπαλλήλους των νοσοκομείων που κάνουν χρήση της ενέργειας. Σε νοσοκομείο της *Ελβετίας*, η μέθοδος αυτή εξοικονόμησε €102.000 σε ένα έτος, από την συμπεριφορά του προσωπικού σε θέματα οικολογικής ενεργειακής διαχείρισης.
- αντικατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο ή υγραέριο και αναβάθμιση ή αντικατάσταση καυστήρων με καυστήρες διπλού καυσίμου καθώς και των παλαιών λεβήτων με νέους υψηλού βαθμού απόδοσης. Η εξοικονόμησης ενέργειας μέσω αυτών των παρεμβάσεων είναι της τάξεως του 5% - 10%, η εξοικονόμηση χρημάτων κυμαίνεται μεταξύ 20% - 30% και η αποπληρωμή των επενδύσεων σε αυτές τις τεχνικές βελτιώσεις, διαρκεί 1-5 έτη.
- εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος και μικρότερη κατανάλωση από ότι στην εγκατάσταση πολλών αυτόνομων μονάδων.

- εγκατάσταση Κεντρικών Ηλιακών Συστημάτων. Με την εφαρμογή αυτής της επέμβασης επιτυγχάνεται εξολοκλήρου η υποκατάσταση πετρελαίου ή του φυσικού αερίου με ηλιακή ενέργεια για τις ανάγκες του Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX). Οι περίοδοι αποπληρωμής της επένδυσης κυμαίνονται μεταξύ 4 - 9 ετών.
- αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες οικονομικού τύπου (εξοικονόμησης ενέργειας 80%, αποπληρωμή επένδυσης, σε 1-2 έτη).

Στην Ελλάδα, η εφαρμογή του Νόμου 3661/2008 («Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων») και η αποσπασματική εφαρμογή της οδηγίας 2002/91/EK έχει περιορίσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας χωρίς να πετυχαίνει ποσοστά που συναντά κανείς στην Δυτική Ευρώπη (Γερμανία, Γαλλία, Σουηδία κλπ.). Με απλές επεμβάσεις στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις, η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί ανάλογα με τη χώρα, το κλίμα, την παλαιότητα των κτηρίων κλπ. Δεδομένου του στόχου της ΕΕ, που αφορά στη χρήση του 20% του συνόλου της ενέργειας μέσω ΑΠΕ μέχρι το 2020, τα νοσοκομεία θα πρέπει να μειώσουν τις ενεργειακές τους δαπάνες, και να περιορίσουν τι όποιες αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον.

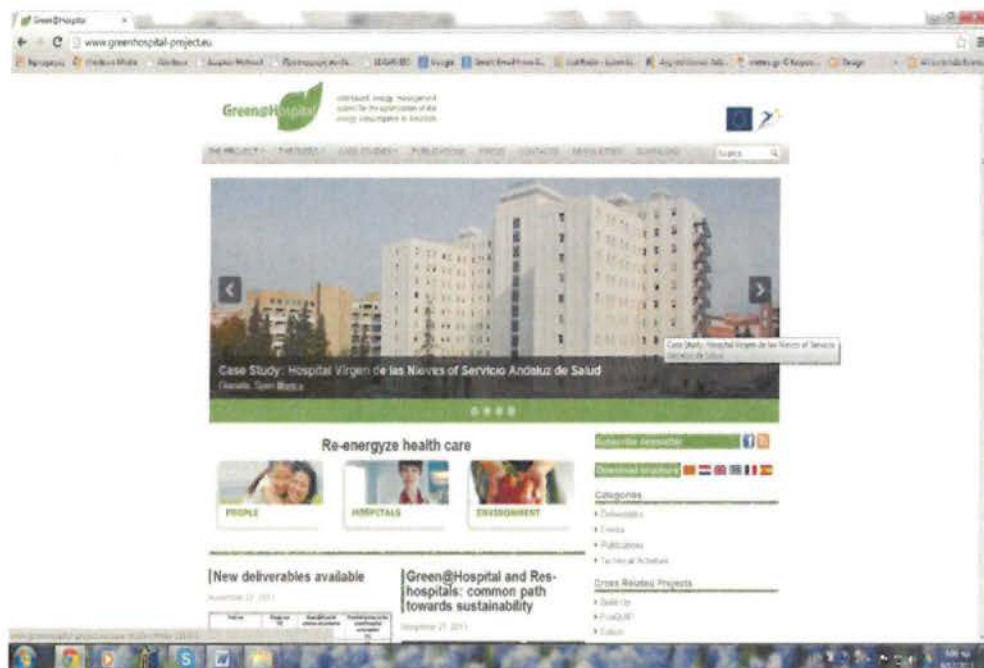


Σχήμα 2.7 Τυπική ενεργειακή χρήση σε νοσοκομεία (πηγή: IEA/DOE)

Σε αυτή την κατεύθυνση είναι και το ευρωπαϊκό έργο *Green@Hospital*¹¹ (Εικ.2.6), πρωταρχικός στόχος του οποίου είναι, η εξοικονόμηση ενέργειας στα νοσοκομεία της Ευρώπης, με την συμμετοχή της Ελλάδας και συγκεκριμένα του Γενικού Νοσοκομείου Χανίων, Άγιος Γεώργιος, όπου μια ομάδα επιστημόνων-ερευνητών εργάζεται εντατικά και με αποτελέσματα. Το *GREEN@Hospital* αξιοποιεί τις πλέον προηγμένες επιστημονικές μεθόδους σε συνδυασμό με κατάλληλες τεχνολογικές εφαρμογές υψηλής στάθμης. Για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας γίνεται καταγραφή σε πραγματικό χρόνο των καταναλώσεων π.χ. για θέρμανση, κλιματισμό, εξαερισμό, φωτισμό σε χώρους διαφορετικής χρήσης και άλλων παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ποιότητα του εσωτερικού αέρα κ.α. για ένα τουλάχιστον έτος και στη συνέχεια

¹¹http://www.energia.gr/article.asp?art_id=71005 (πρόσβαση 16/11/2013).

εφαρμόζονται μέτρα των οποίων αξιολογείται και βελτιστοποιείται η αποτελεσματικότητα. Η καινοτομία του έγκειται στο ότι για τη μεταφορά των δεδομένων, που αξιοποιούνται για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής διαχείρισης του νοσοκομείου, γίνεται χρήση του διαδικτύου ή του τοπικού δικτύου επικοινωνιών (LAN) που υπάρχει στα περισσότερα νοσοκομεία. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αναπτυσσόμενη, στο πλαίσιο του έργου, αρχιτεκτονική του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης έχει ως αποτέλεσμα αφενός ότι δεν απαιτείται η εκ νέου εγκατάσταση δικτύου επικοινωνιών στα νοσοκομεία και αφετέρου ότι επιτυγχάνεται η επέκτασή ή αναπροσαρμογή του συστήματος με τρόπο εύκολο και οικονομικά βιώσιμο.



Εικόνα 2.5 Ιστότοπος έργου GREEN@Hospital

Με βάση τη στενή συνεργασία πρωτοπόρων ερευνητικών ιδρυμάτων και εταιρειών αναπτύσσεται η τεχνογνωσία που θα αποτελέσει τη βάση για την υλοποίηση αντίστοιχων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα νοσοκομεία σε ευρεία κλίμακα. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι μια μείωση κατά 15 % στην ενεργειακή κατανάλωση για¹²:

- θέρμανση και ψύξη
- φωτισμός
- αερισμός
- κέντρο δεδομένων

Το τελικό προϊόν του έργου είναι ένα Διαδικτυακό Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας και Ελέγχου (*Web-Energy Management Control System*) που ενσωματώνει ευφρείς αλγορίθμους για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος. Επιπλέον ενσωματώνει Υπηρεσίες Ενεργειακής Συντήρησης ώστε να υποστηρίζει τη

¹²<http://www.greenhospital-project.eu/> (πρόσβαση 16/11/2013).

διατήρηση της βέλτιστης ενεργειακής απόδοσης. Τα νοσοκομεία στα οποία υλοποιείται το πρωτοποριακό για τα ευρωπαϊκά δεδομένα έργο εκτός από εκείνο της ελληνικής πλευράς, είναι:

1. *Ospedali Riunity di Ancona (AOR), Ανκόνα – Ιταλία*
2. *Νοσοκομείο Virgen de las Nieves of the Servicio Andaluz de Salud (SAS), Γρανάδα – Ισπανία*
3. *Νοσοκομείο de Mollet (HML), Mollet de Valles – Ισπανία*

Αξίζει να σημειωθεί ότι από ελληνικής πλευράς συμμετέχει ενεργά το Πολυτεχνείο Κρήτης με αξιολογητή τεχνογνωσία και εμπειρία στον τομέα διαχείρισης της ενέργειας. Το GREEN@Hospital χρηματοδοτείται κατά 50% από την ΕΕ και κατά 50% από τους εταίρους του έργου και υλοποιείται στο πλαίσιο του προγράμματος *Ανταγωνιστικότητα και Καινοτομία 2007-2013*, και ειδικότερα στον άξονα που αφορά την ανάπτυξη πολιτικών στον τομέα των τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (*ICT Policy Support Programme*).

2.5 Σύνοψη

Το νοσοκομείο αποτελεί ένα ιδιαίτερο περιβάλλον με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις που αντιστοιχούν στις ανάγκες μιας μικρής πόλης. Η *εξοικονόμηση ενέργειας* συνδέεται με το κτιριακό κέλυφος, στα συστήματα θέρμανσης-ψύξης, στον φωτισμό και γενικότερα στην ηλεκτρική εγκατάσταση μίας κατοικίας ή ενός μεγάλου κτιρίου ή ενός νοσοκομείου. Το αυξημένο κόστος λειτουργίας των νοσοκομείων, και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος, οδηγεί στην ανάγκη υιοθέτησης μεθοδολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και εισαγωγής ΑΠΕ και σύγχρονων τεχνολογιών ενεργειακής διαχείρισης (π.χ. BEMS).

Αναφορές

- Αντωνόπουλος, Στ. (1992). *Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις για κατοικίες*. Σειρά Ηλεκτρολογία, Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Bastian, P. (2000). *Ηλεκτρολογία 5 –Στοιχεία Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων*. Αθήνα: Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις –ΕΤΕ.
- Bastian, P. Brauger, H. Ulrich, R.H.(2001). *Ηλεκτροτεχνία - Επίτομο*. Αθήνα: Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις –ΕΤΕ.
- CADDET, Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies (1997). *Saving energy with Energy Efficiency in Hospitals*. Maxi Brochure 05.
- Γιακουμή, Α. (2010). *Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας στον Οικιακό τομέα*. Ημερίδα ΚΑΠΕ & Δήμου Κερατέας «Τρόποι ενσωμάτωσης Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενέργειας», 30 Ιουνίου 2010, Κερατέα, Αττικής.
- Δημητρόπουλος, Β. Βαρβατσουλάκης, Μ. Κουτουλάκος, Χ. Γεωργάκης, Θ. (2001). *Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις*. Α' Τεύχος, ΤΕΕ, Τομέας Ηλεκτρολογικός, 2^{ος} κύκλος, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Καμινάρης, Σ. (2012). *Κτιριακές εγκαταστάσεις («Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις»)*. Σημειώσεις, Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων, ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, σελ. 3.
- ΚΑΠΕ-Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, (2011). «Προώθηση της Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Δημόσιο Τομέα μέσω ενεργειακών επιθεωρήσεων σε επιλεγμένα Δημόσια Κτίρια» - Ε.Π.ΑΝ Μέτρο 2.1 Δράση 2.1.1, (Σύμβαση Ανάθεσης Μελέτης από το Υπουργείο Ανάπτυξης). http://www.cres.gr/kape/projects_26.htm.

- Μαρκογιαννάκης, Γ. Σοφρώνης, Η. (2000). Κατανάλωση Ενέργειας στα Δημόσια Κτήρια. Διημερίδα ΤΕΕ 2000: *Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας*, Οκτώβριος 18-1-2000. www.thelcon.gr/pdfs/publication%20hospitals.pdf, σελ.4.
- Ουσταμπασίδης, Μ. (2010). *Διάταξη και έλεγχος ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σε χώρους υπηρεσιών υγείας*. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, ΣΗΜ&ΜΥ, ΕΜΠ, Αθήνα
- Παπακωνσταντίνου, Σ. (2010). *Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Νοσοκομεία, Εφαρμογή Μέτρων και ΑΠΕ*. Διπλωματική Εργασία, Διαπανεπιστημιακό-Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Ειδικευση: Οργάνωση και Διοίκηση Υπηρεσιών Υγείας, Αθήνα.
- Ταπαλής, Φ. Οικονόμου, Λ. Κουρτέση, Στ. (2010). *Φωτοτεχνία*. Θεσ/νίκη: Εκδόσεις Τζιόλας.
- Τούλογλου, Β. Στεργίου, Ευ. (2005). *Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Κεφάλαιο ΤΡΙΤΟ

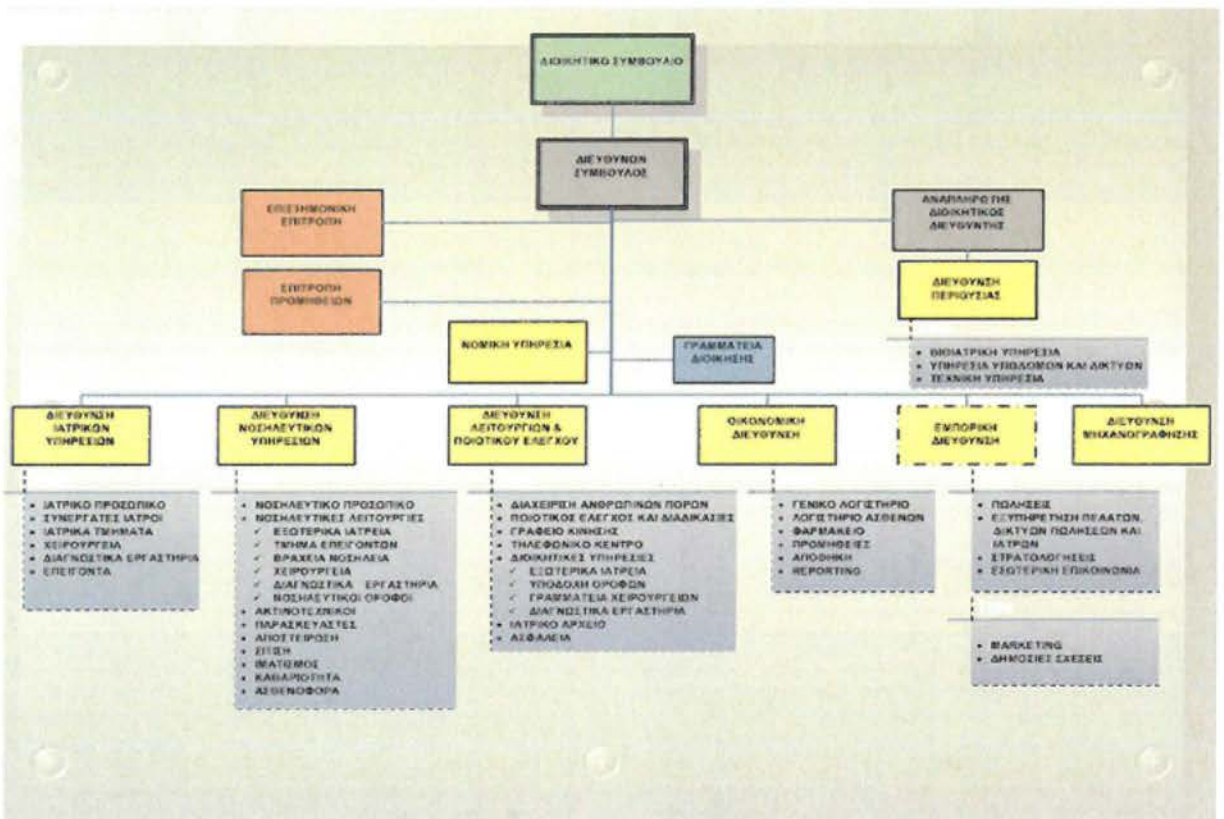
Εγκατάσταση Νοσοκομείου «ΑΘΗΝΑΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ»

3.1 Εισαγωγή

Η Αθηναϊκή Κλινική (Mediclinic) (Εικ.3.1), είναι μία νοσοκομειακή μονάδα του ιδιωτικού τομέα υγείας (ανήκει στον Ολλανδικό Πολυεθνικό όμιλο ACHMEA) με μακρόχρονη παράδοση στον τομέα της Οφθαλμολογίας, όπου σήμερα έχει εξελιχθεί σε μία σύγχρονη Γενική Κλινική που διαθέτει όλες τις ιατρικές ειδικότητες και ολοκληρωμένες ιατρικές υπηρεσίες. Ειδικότερα, διαθέτει σε επίπεδο υποδομής:

- 90 κλίνες
- 7 άρτια εξοπλισμένες χειρουργικές αίθουσες
- ΜΑΦ (Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας)
- σύγχρονο ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό
- υψηλής ευκρίνειας εξοπλισμό στο τομέα της απεικόνισης
- εξωτερικά ιατρεία πλήρως εξοπλισμένα με τμήμα επειγόντων περιστατικών

Η οργανωτική δομή της Αθηναϊκής Κλινικής φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 3.1 Οργανωτική Δομή

Η δομή των ιατρικών υπηρεσιών της Κλινικής είναι η εξής:

- **Παθολογικά Τμήματα**

Παθολογικό

- Κέντρο εγχύσεων ενδοφλέβιων θεραπειών
- Κέντρο Διαβήτη

Πνευμονολογικό

- Εργαστήριο μελέτης ύπνου
- Εργαστήριο αναπνευστικής λειτουργίας
- Βρογχοσκοπικό εργαστήριο

Καρδιολογικό

Γαστρεντερολογικό

- **Χειρουργικά Τμήματα**

Γενικής Χειρουργικής

- Αγγειοχειρουργικό

Ορθοπαιδικό

- Κέντρο Αθλητικών Κακώσεων

Ουρολογικό

Ωτορινολαρυγγολογικό

Οφθαλμολογικό

- Χειρουργική Βυθού

Παιδιατρικό

Γυναικολογικό

- **Εργαστηριακά - Ειδικά Τμήματα**

Ακτινολογικό - Υπερήχων

Καρδιολογικό

Βιοπαθολογικό

Ενδοσκοπικό

Μικροβιολογικό

- **Εξωτερικά Ιατρεία**

Παθολογικό

Νευρολογικό

Ρευματολογικό

Αλλεργιολογικό

Ενδοκρινολογικό

Δερματολογικό

Γυναικολογικό

ΩΡΛ

Γαστρεντερολογικό

Πνευμονολογικό

Ουρολογικό

Ορθοπαιδικό

Χειρουργικό - Αγγειοχειρουργικό

Καρδιολογικό

Οφθαλμολογικό

Τμήμα Επειγόντων

Χειρουργείο Επειγόντων

Τμήμα Προληπτικού Ελέγχου

Παιδιατρικό

- **Ειδικές Μονάδες**
Μονάδα Βραχείας Νοσηλείας - One Day Clinic
Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας



Εικόνα 3.1 Πρόσοψη της Αθηναϊκής Κλινικής

3.2 Περιγραφή Η/Μ Εγκαταστάσεων

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει τις εξής εγκαταστάσεις:

- Υδρευση
- Αποχέτευση ακαθάρτων
- Κλιματισμός - Θέρμανση - Αερισμό
- Ηλεκτροφωτισμό - Κίνηση
- Τηλέφωνα-Data
- Σύστημα κλήσης αδελφής
- Ηλεκτρικά ρολόγια
- Ραδιόφωνο - Τηλεόραση
- Μεγάφωνα
- Πυρανίχνευση, και
- Ιατρικά αέρια

Ακολουθούν τα δεδομένα, τα κριτήρια, οι προδιαγραφές και τα βασικά στοιχεία των εγκαταστάσεων της Αθηναϊκής Κλινική (*Mediclinic*).

3.2.1 Παροχές

Η εξυπηρέτηση των αναγκών και του κτιρίου με τις απαιτούμενες παροχές θα είναι ως εξής:

- Υδροδότηση από το υπάρχον δίκτυο της ΕΥΔΑΠ.
- Διάθεση λυμάτων και όμβριων στον κεντρικό αγωγό αποχέτευσης (η σύνδεση γίνεται επί της κεντρικής οδού που διέρχεται μπροστά στην πρόσοψη της κλινικής).
- Ηλεκτροδότηση κτιρίου με σύνδεση από το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ, μέσω υποσταθμού που βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου.
- Τηλεφωνική σύνδεση μέσω τηλεφωνικού κέντρου στο δίκτυο του ΟΤΕ.
-

3.2.2 Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Η Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τα εξής (Εικ.3.2, 3.3, 3.4):

- Ύδρευση και αποχέτευση
- Θέρμανση-Κλιματισμός -Αερισμός
- Ανελκυστήρες
- Ιατρικά Αέρια
- Πυρανίχνευση



Εικόνα 3.2 Πιεστικό ύδρευσης – αντλίες πυρόσβεσης



Εικόνα 3.3 Μηχανοστάσιο υδραυλικού ανελκυστήρα χειρουργείου



Εικόνα 3.4 Ψύκτης κλιματισμού

3.2.2.1 Ύδρευση και Αποχέτευση

Η εγκατάσταση της ύδρευσης και αποχέτευσης ακολουθεί τα εξής κριτήρια:

- Θερμοκρασία κρύου νερού: 15°C
- Θερμοκρασία ζεστού νερού: 15°C
- Βροχόπτωση: 100 mm

Όσο αφορά την Ύδρευση, το κτίριο τροφοδοτείται με *κρύο πόσιμο νερό* μέσω του δικτύου της ΕΥΔΑΠ με παροχικό σωλήνα 2'' μέσω μετρητού νερού εγκατεστημένου στο πεζοδρόμιο της οδού Δορυλαίου. Η παροχή καταλήγει στην υπόγεια δεξαμενή αποθήκευσης νερού χρήσης στο Υπόγειο. Η κατασκευή της δεξαμενής είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα στεγανή, με πατητή τσιμεντοκονία και εγκεκριμένη επάλειψη εσωτερικά. Η πλήρωση της δεξαμενών γίνεται αυτόματα μέσω φλοτεροβαλβίδας με τις στάθμες επιτηρούμενες από διακόπτες στάθμης για να υπάρξει ειδοποίηση σε περίπτωση δυσλειτουργίας των βαλβίδων και υπερχείλισης. Η κύρια αναρρόφηση του πιεστικού συγκροτήματος γίνεται από την δεξαμενή νερού χρήσης μέσω γαλβανισμένου χαλυβδосωλήνα. Από το πιεστικό το νερό παροχετεύεται μέσω δικτύου σωληνώσεων στους υδραυλικούς υποδοχείς του κτιρίου, σε βρύσες ποτίσματος και γενικής χρήσης στο θερμαντήρα Ζεστού Νερού. Ο θερμαντήρας Ζεστού Νερού είναι χαλύβδινης κατασκευής, κυλινδρικός κατακόρυφου τύπου μονωμένος με δείκτη θερμοκρασίας, βαλβίδα ασφαλείας, ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας και όλους τους θερμοστάτες λειτουργίας και ασφαλείας.

Τα δίκτυα σωληνώσεων αποτελούνται από χαλκοσωλήνες. Όλα τα στηρίγματα των σωληνώσεων είναι τυποποιημένα, από γαλβανισμένο μορφοσίδηρο. Όλα τα εξαρτήματα είναι κατάλληλα για συνθήκες λειτουργίας νερού, θερμοκρασίας μέχρι 120°C και πίεσης 10 atm. Εγκαταστάθηκαν αυτόματα εξαεριστικά τύπου πλωτήρα με σώμα από ορείχαλκο και πλωτήρα από ανοξείδωτο χάλυβα, σε όλα τα ψηλά σημεία του δικτύου που υπάρχει κίνδυνος να συγκεντρωθεί αέρας και να εμποδίσει τη ροή. Επίσης για τη δυνατότητα ρύθμισης και διακοπής των δικτύων χρησιμοποιούνται *σφαιρικές βαλβίδες (ballvalves)* σε σημεία όπου επιτρέπεται η ανεξάρτητη επέμβαση και έλεγχος ανά χώρο, βάση του σχεδίου κατασκευής.

Η εγκατάσταση *Αποχέτευσης*, περιλαμβάνει την αποχέτευση λυμάτων, ακαθάρτων και όμβριων. Λύματα και ακάθαρτα από υδραυλικούς υποδοχείς και στραγγιστήρες δαιέδου από το υπόγειο συλλέγονται μέσω του δικτύου αποχέτευσης για τελική διάθεση στο δίκτυο της ΕΥΔΑΠ. Υπάρχει ιδιαίτερο δίκτυο για τα απόβλητα των εργαστηρίων στο υπόγειο του κτιρίου. Τα λύματα από τους υδραυλικούς υποδοχείς από το δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων συλλέγονται και οδηγείται έξω από το κτίριο μέσω σύνδεσης στο δίκτυο αποχέτευσης της ΕΥΔΑΠ. Όλοι οι υδραυλικοί υποδοχείς, αποχετεύονται στην πλησιέστερη κατακόρυφη στήλη αποχέτευσης.

3.2.2.2 Θέρμανση-Κλιματισμός-Αερισμός

Η εγκατάσταση ακολουθεί τα εξής κριτήρια:

- *Εξωτερικές συνθήκες*

Πίνακας 3.1 Προδιαγραφές Σχεδιασμού Εξωτερικών Θερμοκρασιών

Κριτήρια	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου	0°C	35°C
Σχετική υγρασία	-	40%

- *Εσωτερικές συνθήκες*

Πίνακας 3.2 Προδιαγραφές Σχεδιασμού Εσωτερικών Θερμοκρασιών

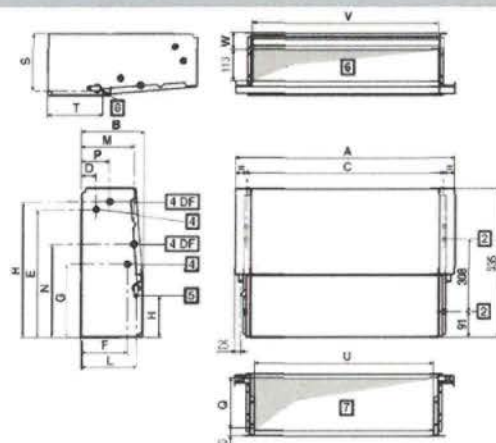
Χώρος	Χειμώνας		Καλοκαίρι		Ποσοστό νωπού αέρα	Εναλλαγές αέρα
	Θερμοκρασία (°C)	Υγρασία (%)	Θερμοκρασία (°C)	Υγρασία (%)		
Χειρουργεία	20	50	19	50	100%	20
Βοηθητικοί χώροι χειρουργείων	20	50	24	50	100%	10
Δωμάτια Νοσηλείας	22	45	25	50	40 m ³ / άτομο/ώρα	
Διάδρομοι	18	-	26	50		
WC	18	-	26	-		-

Το σύστημα κλιματισμού περιλαμβάνει κεντρικές μονάδες οι οποίες θα προσάγουν αέρα μέσα στους χώρους και τοπικές κλιματιστικές μονάδες (*FANCOILUNITS, FCU*). Οι μονάδες είναι εφοδιασμένες με στοιχεία θερμού/ψυχρού νερού, υγραντή ατμού, προφίλτρα και σακκόφιλτρα.

Για παράδειγμα στην επόμενη εικόνα φαίνεται ένα *FCU* που εγκαταστάθηκε στην πρόσφατη ανακαίνιση της κλινικής (2011) που είναι κρυφού τύπου ψευδοροφής, χωρίς κέλυφος της εταιρείας *DAIKIN* σειρά *FWM*. Είναι δύο στοιχείων, με χειριστήριο και λεκάνη συλλογής συμπυκνωμάτων.



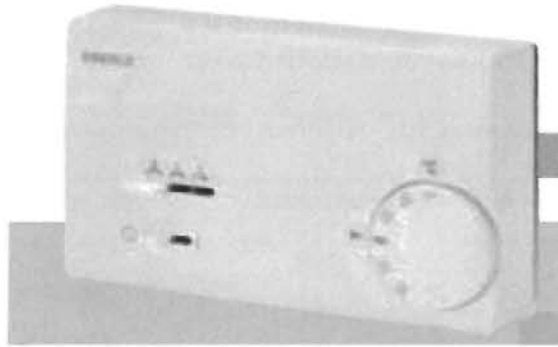
FWM



	A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W
FWM 01+02	584	224	408	51	458	163	263	149	166	181	325	99	199	488	201	198	436	464	61
FWM 03	794	224	708	51	458	163	263	149	166	187	325	99	199	488	208	198	436	674	61
FWM 04+06	1004	224	918	51	458	163	263	149	166	187	325	99	199	488	208	198	436	884	61
FWM 08+10	1214	249	1128	48	497	195	259	155	220	195	348	120	215	478	234	208	1068	1004	67

Εικόνα 3.5 Μοντέλο FCU που εγκαταστάθηκε στην κλινική

Για τον έλεγχο των νέων FCU έχουν εγκατασταθεί ιδιαίτεροι θερμοστάτες έλεγχου θερμοκρασίας και διακόπτη τεσσάρων θέσεων (τριών ταχυτήτων) της εταιρείας EBERLE σειρά KLR-E 7011 (Εικ.3.6).



Εικόνα 3.6 Διακόπτης 4 θέσεων (θερμοστάτης ελέγχου θερμοκρασίας)

Ο διακόπτης 4 θέσεων ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής του ανεμιστήρα και κατ' επέκταση την παροχή αέρα που διέρχεται από το FCU. Έχει 4 θέσεις: μηδενικής, μικρής, μέσης και μεγάλης παροχής. Ο θερμοστάτης είναι τοποθετημένος στο ρεύμα ανακυκλοφορίας του αέρα και ελέγχει την θερμοκρασία του χώρου επεμβαίνοντας στην κίνηση του ανεμιστήρα. Ο έλεγχος είναι ON-OFF στον ηλεκτροκινητήρα του ανεμιστήρα του FCU. Η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου καθορίζεται τοπικά πάνω στον θερμοστάτη των FCU. Οι παλιότερες τοπικές κλιματιστικές μονάδες, ο χειρισμός τους γίνεται με τοπικό θερμοστάτη και διακόπτη 3 θέσεων.

Οι ανάγκες σε νωπό αέρα ικανοποιούνται με την προσαγωγή προκλιματισμένου νωπού αέρα από τον κεντρικό δίκτυο αεραγωγών στους διαδρόμους. Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες αποτελούνται από ανεμιστήρες προσαγωγής - ανακυκλοφορίας τριών ταχυτήτων, στοιχείο ψυχρού νερού και λεκάνη συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων και ένας αριθμός τους, είναι κρυφού τύπου (σε ψευδοροφές). Για την προσαγωγή του αέρα στα δωμάτια νοσηλείας από τις τοπικές κλιματιστικές μονάδες, υπάρχει δίκτυο από εύκαμπτους αεραγωγούς, το οποίο συνδέεται σε plenum στομίου τοποθετημένο πάνω στον κάναβο της ορικτής ίνας βάση της μελέτης κατασκευής. Η επιστροφή του αέρα προς τη μονάδα γίνεται μέσω στομίου κατάλληλων διαστάσεων, το οποίο έχει και χρήση θυρίδας επίσκεψης για συντήρηση. Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες τροφοδοτούνται μέσω δικτύων σωληνώσεων ψυχρού και θερμού νερού από το κεντρικό δίκτυο. Η ρύθμιση της παροχής νερού στα στοιχεία γίνεται μέσω διόδων βανών. Το δίκτυο σωληνώσεων έχει μονωθεί θερμικά σε όλο του το μήκος.

Για την παραγωγή ψυχρού νερού χρησιμοποιούνται δύο αερόψυκτοι ψύκτες (τύπου TRANE) συνολικής ψυκτικής ισχύος 270 KW, εγκατεστημένοι στο δώμα σε συνδυασμό με συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής κρύου νερού καθώς και οι αντλίες κυκλοφορίας. Η διανομή του νερού γίνεται μέσω πρωτεύοντος και δευτερεύοντος δικτύου σωληνώσεων με δύο φυγόκεντρες αντλίες στο πρωτεύον κύκλωμα και φυγόκεντρες INLINE αντλίες στο δευτερεύον κύκλωμα.

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρησιμοποιείται ένας λέβητας τύπου ΠΥΡΚΑΛ συνολικής θερμικής ισχύος 500 Mcal/h, κεντρικοί συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής ζεστού νερού, δοχεία διαστολής, ασφαλιστικά και boiler παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Οι Αεραγωγοί έχουν κατασκευαστεί από φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας. Το γαλβανισμένο χαλυβδόελασμα που χρησιμοποιήθηκε είναι πάχους 0,6 - 1,0 mm αναλόγως της διατομής. Το πάχος της λαμαρίνας, καθορίστηκε από τη μεγαλύτερη

διάσταση της διατομής του αεραγωγού σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα (Πιν.3.3). Για την ενίσχυση της ακαμψίας των αεραγωγών, όταν η μέγιστη διάστασή τους ξεπερνούσε τα 45 cm, στραντζαριζόταν εγκάρσια σε όλες τις πλευρές.

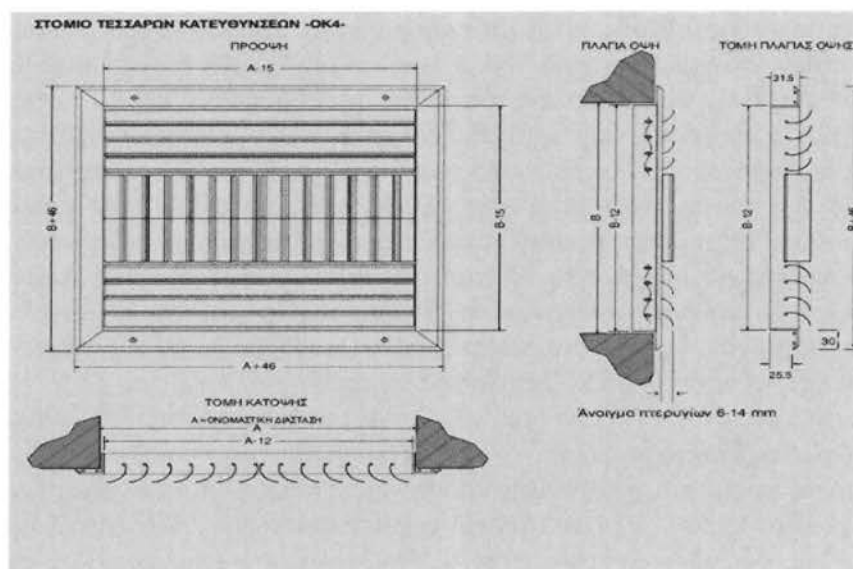
Πίνακας 3.3 Προδιαγραφές Αεραγωγών

Μεγαλύτερη διάσταση αεραγωγού	Πάχος λαμαρίνας
Έως 300 mm	0.60 mm
από 301 έως 750 mm	0.80 mm
από 751 έως 1200 mm	1.00 mm

Τα δίκτυα των αεραγωγών προσαγωγής είναι μονωμένα σε όλο το μήκος τους. Από τα δίκτυα αεραγωγών επιστροφών έχουν μονωθεί μόνο τα δίκτυα ανακυκλοφορίας. Η μόνωση των αεραγωγών έγινε με πάπλωμα από υαλοβάμβακα πάχους 30 mm, ειδικού βάρους 30kg/m³ με από κατασκευής επένδυση από φύλλο αλουμινίου.

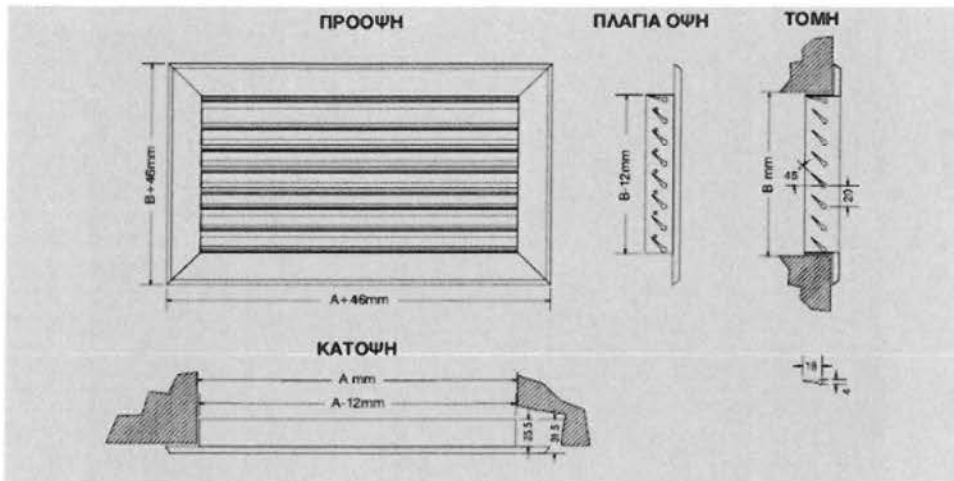
Όλα τα στόμια που χρησιμοποιήθηκαν είναι στο χρώμα το αλουμινίου. Τα στόμια αέρος που χρησιμοποιήθηκαν στην ανακαίνιση των εγκαταστάσεων αφορούν:

- σε όλες τις προσαγωγές, τύπου ΑΕΡΟΓΡΑΜΜΗ σειρά OK4 κατασκευασμένα από ανοδειωμένο αλουμίνιο με ρυθμιζόμενα πτερύγια τεσσάρων κατευθύνσεων (Εικ.3.7).



Εικόνα 3.7 Απεικόνιση προσαγωγών, τύπου ΑΕΡΟΓΡΑΜΜΗ σειρά OK4

- Σε όλες τις επιστροφές και εξαερισμούς, τύπου ΑΕΡΟΓΡΑΜΜΗ σειρά TE κατασκευασμένα από ανοδειωμένο αλουμίνιο με σειρά σταθερά πτερύγια σε κλίση 45° (Εικ.3.8).



Εικόνα 3.8 Απεικόνιση επιστροφών και εξαερισμών, τύπου ΑΕΡΟΓΡΑΜΜΗ σειρά TE

Όσο αφορά τον κλιματισμό των χειρουργείων, για την αποφυγή μετάδοσης μικροβίων και βακτηριδίων, όλοι οι χώροι των χειρουργείων διατηρούνται σε υπερπίεση ως προς το περιβάλλον και ως προς τους υπόλοιπους μη κλιματιζόμενους χώρους (Εικ.3.9). Επίσης, οι αίθουσες χειρουργείων διατηρούνται σε υπερπίεση ως προς τους σηπτικούς και άσηπτους διαδρόμους και χώρους που εξυπηρετούν άμεσα τις αντίστοιχες χειρουργικές αίθουσες. Η ρύθμιση των συνθηκών θερμοκρασίας μέσα στις χειρουργικές αίθουσες γίνεται με θερμοστάτη χώρου ο οποίος επικοινωνεί με το κεντρικό σύστημα διαχείρισης του κτηρίου (*Building Management System, BMS*). Αντίστοιχα η μέτρηση της υγρασίας συνεχίζει να γίνεται στον αεραγωγό επιστροφής (αισθητήριο υγρασίας) και διασύνδεση στο κεντρικό σύστημα ελέγχου *BMS*. Η όδευση των αεραγωγών προσαγωγής και απαγωγής γίνεται εντός της ψευδοροφής κάθε συγκεκριμένου χώρου, σύμφωνα με τα σχέδια κατασκευής. Ο κλιματισμός των αιθουσών του χειρουργείου γίνεται μέσω ανεξάρτητων κλιματιστικών μονάδων 100% νωπού αέρα, και του δικτύου αεραγωγών και στομιών. Οι χώροι ανάνηψης και προετοιμασίας εξυπηρετούνται από την αντίστοιχη κεντρική μονάδα κλιματισμού, η οποία είναι τοποθετημένη στο δώμα του γ' ορόφου και περιλαμβάνει την διανομή κεντρικού αεραγωγού.



Εικόνα 3.9 Απεικόνιση χειρουργικής αίθουσας

Η προσαγωγή αέρα στην αίθουσα του χειρουργείου και τον χώρο ανάνηψης γίνεται μέσω ειδικού τύπου στομίου - κιβωτίου (φιλτροθέσιο) με ενσωματωμένα απόλυτα φίλτρα τύπου H14 κατά EN 1822 απόδοσης 99.99%, τοποθετημένα πάνω από τα χειρουργικά τραπέζια. Τα στόμια απόρριψης των χειρουργικών αιθουσών είναι τοποθετημένα χαμηλά και περιμετρικά στις δύο διαγώνιες γωνίες και έχουν απόσταση 25 cm από το δάπεδο.

Τέλος, για τον κλιματισμό των *δωματίων νοσηλείας*, και των *γραφείων ιατρών - εξεταστήρια*, έχει κατασκευαστεί για το καθένα ξεχωριστά, κεντρικός κλιματισμός με σύστημα τοπικών κλιματιστικών μονάδων τύπου ανεμιστήρα-στοιχείου (FCU) (Εικ.3.10). Οι ανάγκες για νωπό αέρα ικανοποιούνται με την προσαγωγή προκλιματισμένου νωπού αέρα από το κεντρικό δίκτυο αεραγωγών στους διαδρόμους. Για τον εξαερισμό των χώρων έγινε η κατασκευή δικτύου αεραγωγών και στομίων και χρησιμοποιήθηκαν οι υφιστάμενοι ανεμιστήρες *Fan Section* καθώς και τα κατακόρυφα τμήματα αεραγωγών.



Εικόνα 3.10 Απεικόνιση αίθουσας νοσηλείας, εξεταστηρίου
3.2.2.3 *Ανελκυστήρες*

Υπάρχουν δύο ανελκυστήρες στην κλινική. Προβλέπεται για την διακίνηση των ασθενών ανελκυστήρας υδραυλικού τύπου. Επιπλέον, προβλέπονται δύο μικρά αναβατόρια για τη διακίνηση εργαλείων και υλικών από και προς τα χειρουργεία (Εικ.3.11).



Εικόνα 3.11 Απεικόνιση αναβατορίων

3.2.2.4 Ιατρικά Αέρια

Η υφιστάμενη εγκατάσταση ιατρικών αερίων της κλινικής βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου και περιλαμβάνει την κεντρική παραγωγή, αποθήκευση και διανομή των ιατρικών αερίων. Ειδικότερα, αποτελείται από:

- εγκατάσταση οξυγόνου
- εγκατάσταση πρωτοξειδίου του αζώτου
- εγκατάσταση κενού
- εγκατάσταση πεπιεσμένου αέρα ιατρικής χρήσεως
- σύστημα παρακολούθησεως λειτουργίας και σημάτων συναγερμού

Από το κέντρο αερίων ξεκινούν παράλληλα τα πρωτεύοντα δίκτυα των ιατρικών αερίων Οξυγόνο -Πεπιεσμένος Αέρας - Πρωτοξείδιο του Αζώτου - Πεπιεσμένου Αέρα και το δίκτυο Κενού. Τα παραπάνω δίκτυα καταλήγουν σε τοπικούς πίνακες υποβιβασμού / ελέγχου πίεσης, σε κάθε όροφο του κτιρίου. Η κατακόρυφη όδευση γίνεται μέσα στο κεντρικό *shaft* του κτιρίου, πλησίον του κεντρικού κλιμακοστασίου. Οι τοπικοί πίνακες υποβιβασμού / ελέγχου πίεσης βρίσκονται δίπλα στο κλιμακοστάσιο κάθε ορόφου σε κλειστό ερμάριο. Από κάθε πίνακα υποβιβασμού - ελέγχου πίεσης ξεκινούν τα αντίστοιχα παράλληλα τοπικά δευτερεύοντα δίκτυα ιατρικών αερίων και κενού τα οποία καταλήγουν στις κατάλληλες πιστοποιημένες λήψεις ιατρικών αερίων. Αντίστοιχα, σε κάθε όροφο προβλέπεται και ένας πίνακας ελέγχου ορθής λειτουργίας του κέντρου αερίων (κέντρο λειτουργικού ελέγχου ιατρικών αερίων).

Σύμφωνα με την πρόσφατη ανακαίνιση της κλινικής (2011) έγιναν κάποιες τροποποιήσεις:

- *Ισόγειο:* διατηρήθηκε το κεντρικό δίκτυο ιατρικών αερίων στους διαδρόμους του νέου παιδιατρικού τμήματος και η τροποποίηση των υφιστάμενων απομαστεύσεων ή η προσθήκη νέων, προς τις νέες λήψεις εντός των χώρων. Κάθε συστοιχία λήψεων έχει τοποθετηθεί στο σημείο που φαίνεται στα σχέδια της μελέτης.

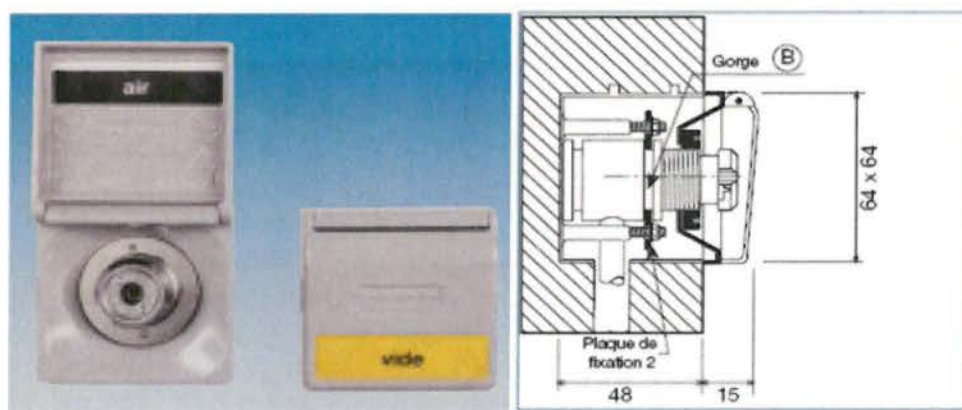
- *A' όροφος:* έγινε επανεγκατάσταση δικτύου σωληνώσεων. Το νέο δίκτυο συνδέθηκε στις κεντρικές κατακόρυφες στήλες εντός του κεντρικού shaft. Επίσης, εγκαταστάθηκε ένας νέος πίνακας υποβιβασμού / ελέγχου της πίεσης, δίπλα στο κλιμακοστάσιο σε κατάλληλο ερμάριο και όπως ορίζει ο κανονισμός. Το νέο δίκτυο οδεύει εντός ψευδοροφής, σε συντονισμό με τα υπόλοιπα δίκτυα και εξυπηρετεί όλες τις λήψεις στις νέες θέσεις, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.
- *B' όροφος:* έγινε τροποποίηση του δικτύου, έτσι ώστε να προβλεφτούν δύο πλήρεις συστοιχίες ιατρικών αερίων σε δύο γειτονικούς τοίχους του νέου χειρουργείου (ουρολογικό) και όλες οι απαραίτητες λήψεις στις δύο κλίνες του θαλάμου ανάνηψης.

Όλη η εγκατάσταση ιατρικών αερίων κατασκευάστηκε σύμφωνα με:

- Τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς EN 737 περί εγκαταστάσεων ιατρικών αερίων
- TOTE 2491/86 "Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Αποθήκευση και διανομή αερίων για ιατρική χρήση"

Τα δίκτυα σωληνώσεων διανομής ιατρικών αερίων κατασκευάστηκαν από χαλκό πιστοποιημένο και κατάλληλο για δίκτυα ιατρικών αερίων. Επίσης η κόλληση τους έγινε με κατάλληλη κόλληση πιστοποιημένη για δίκτυα ιατρικών αερίων (διατήρηση μηχανικών ιδιοτήτων για θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι τουλάχιστον 450°C και περιεκτικότητα Καδμίου όχι μεγαλύτερη από 0.025% g/g).

Τα όργανα διακοπής των δικτύων αερίων είναι τύπου "σφαιρικού κρουνού" (BALLVALVES), κατάλληλα για λειτουργία σε πίεση τουλάχιστον 16 atm (Εικ.3.12).



Εικόνα 3.12 Όργανα Λήψης Ιατρικών αερίων

Οι λήψεις ιατρικών αερίων είναι κατάλληλες για εγκατάσταση και εφοδιασμένες με αυτόματη βαλβίδα που θα τις διατηρεί κλειστές, όσο δεν χρησιμοποιούνται και που ανοίγει με την εισαγωγή του αντίστοιχου μεταλλικού άκρου της ειδικής διατάξεως παραλαβής ιατρικού αερίου (ταχυσύνδεσμος). Κάθε λήψη έχει βαλβίδα ασφαλείας, ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί η λήψη για συντήρηση, χωρίς να απαιτηθεί απομόνωση του δικτύου.

Προβλέπονται πέντε ξεχωριστοί τύποι λήψεων ιατρικών αερίων:

- μία λήψη για το οξυγόνο
- μία λήψη για το πρωτοξείδιο του αζώτου
- μία λήψη για το κενό

- μία λήψη για τον πεπιεσμένο αέρα 400 KPa
- μία λήψη για τον πεπιεσμένο αέρα 800 KPa

Επίσης προβλέπεται και μία λήψη για την αναρρόφηση και απαγωγή του αναισθητικού αερίου.

Οι μειωτές πύεσως των ιατρικών αερίων (πρώτου και δεύτερου σταδίου) θα είναι κατάλληλοι για τις προβλεπόμενες πιέσεις (8 bar πρωτεύον δίκτυο και 4 bar δευτερεύον δίκτυο) και τις αντίστοιχες παροχές. Οι μειωτές στο σύνολο της εγκατάστασης παραγωγής και διανομής ιατρικών αερίων θα είναι κατάλληλοι για ιατρικά αέρια και θα φέρουν πιστοποίηση CE ιατροτεχνολογικού προϊόντος και όχι βιομηχανικό CE.

4.2.2.5 Πυρανίχνευση

Η εγκατάσταση αυτόματης ανίχνευσης πυρκαγιάς περιλαμβάνει:

- σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς
- σύστημα αναγγελίας πυρκαγιάς
- γενικό πίνακα πυρανίχνευσης και τους τοπικούς πίνακες ανίχνευσης – κατάσβεσης
- δίκτυο τροφοδότησης των ανιχνευτών

Η εγκατάσταση πυρανίχνευσης ακολουθεί διευθυνοδοτούμενη τεχνολογία. Ο κεντρικός πίνακας πυρανίχνευσης βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου. Από το σημείο αυτό αναχωρούν καλωδιώσεις ενός βρόγχου προς όλα τα υλικά πυρανίχνευσης του κτιρίου. Στο χώρο της reception στο ισόγειο προβλέπεται ένας επαναληπτικός πίνακας ειδοποίησης. Η κατακόρυφη διαδρομή της καλωδίωσης γίνεται σε σχάρα ασθενών ρευμάτων στο κεντρικό *shaft* του κτιρίου, στην πλάτη του κλιμακοστασίου.

Σύμφωνα με την πρόσφατη ανακαίνιση της κλινικής (2011) έγιναν κάποιες τροποποιήσεις:

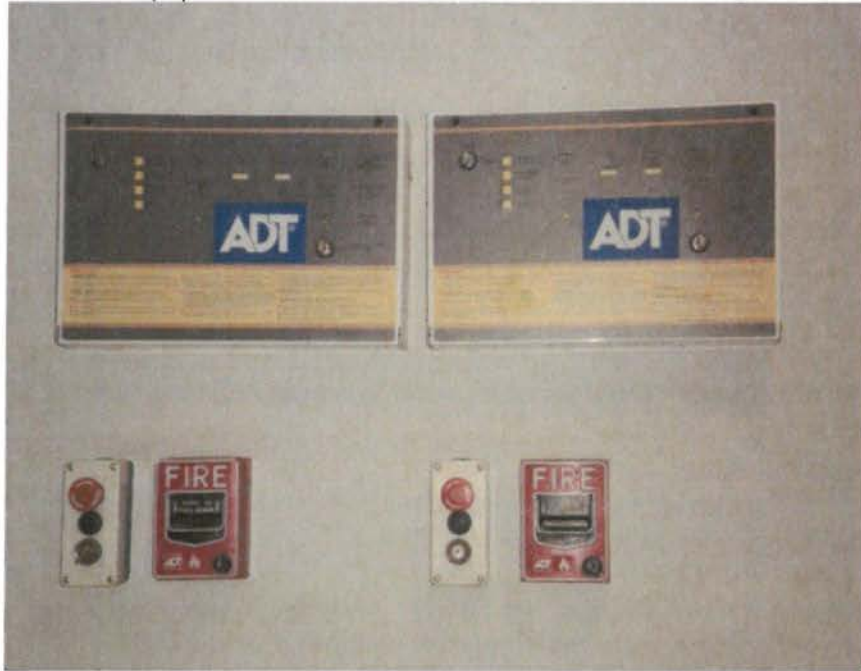
- σε όλους τους χώρους εγκαταστάθηκαν ανιχνευτές καπνού φωτοηλεκτρονικού τύπου (καλύπτουν απόσταση 50 m², η μέγιστη απόσταση μεταξύ των ανιχνευτών είναι 10 m και η μέγιστη απόσταση ανιχνευτή από τοίχο 3.5 m) και σημειακής αναγνώρισης.
- εγκαταστάθηκαν κατευθυντικοί σταθμοί αναγγελίας (μπουτόν), σημειακής αναγνώρισης, κοντά σε κάθε έξοδο διαφυγής, σε απόσταση μικρότερη του 1.50 m από κάθε έξοδο, σε εμφανή σημεία, ένα τουλάχιστον σε κάθε όροφο, έτσι ώστε κανένα σημείο του ορόφου να μην απέχει περισσότερο από 50 m για την χειροκίνητη ενεργοποίηση του συστήματος συναγερμού.
- εγκαταστάθηκαν σειρήνες συναγερμού για την αναγγελία συναγερμού, με ενσωματωμένο φλας (συμβατικές) σε θέσεις τέτοιες στο κτίριο ώστε να καλύπτεται όλη η έκταση του κτιρίου.

3.2.3 Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις

Η Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τα εξής (Εικ.3.13,3.14,3.15):

- Ηλεκτροφωτισμός και Κίνηση
- Τηλέφωνα - Data
- Σύστημα κλήσης αδελφής
- Ηλεκτρικά ρολόγια

- Ραδιόφωνο - Τηλεόραση
- Μεγάφωνα



Εικόνα 3.13 Πίνακες πυρόσβεσης CO₂



Εικόνα 3.14 Μεγαφωνική και Ραδιοφωνική Εγκατάσταση



Εικόνα 3.15 Κλιματισμός, πυρανίχνευση, μεγάφωνα

3.2.3.1 Βασικά Στοιχεία Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Η εγκατάσταση ηλεκτροφωτισμού – κίνησης, περιλαμβάνει υφιστάμενο υποσταθμό στο υπόγειο του κτιρίου και σύνδεση στο δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ. Επιπλέον για τα εφεδρικά φορτία υπάρχει εγκατεστημένο Η/Ζ στο δώμα του κτιρίου, ενώ για τις παροχές αδιάλειπτου λειτουργίας υπάρχει κεντρικό UPS στο υπόγειο. Η διανομή των καλωδίων παροχής προς τους ορόφους γίνεται μέσω του κεντρικού *shaft* στην πλάτη του κλιμακοστασίου. Κάθε όροφος είναι χωρισμένος σε δύο τμήματα και εξυπηρετείται από δύο ζεύγη πινάκων ορόφων (ΔΕΗ-Η/Ζ) καθώς και πίνακα UPS. Στους ιδιαίτερους χώρους, όπως τα χειρουργεία και τα επείγοντα, προβλέπονται πίνακες αποκλειστικά για τον κάθε χώρο με παροχή από ΔΕΗ και UPS, μέσω μετασχηματιστών απομόνωσης (Σχ.3.2).

Ειδικότερα, οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν:

- Πίνακας μέσης τάσης: βρίσκεται στο χώρο του Μετασχηματιστή (ΜΤ) στο υπόγειο, αποτελείται από κυψέλη άφιξης και τις κυψέλες τροφοδοσίας του ΜΤ.
- Μετασχηματιστής: ο υποβιβασμός της τάσης γίνεται στον υποσταθμό με ένα ΜΣ ξηρού τύπου ισχύος 800KVA, με κύρια χαρακτηριστικά 20 KV/0, 4 KV/0,23 KV, 50 HZ και τάση βραχυκύκλωσης 6% σε παράλληλη λειτουργία. Η ισχύς του ΜΣ έχει ελεγχθεί ώστε το τελικό ετεροχρονισμένο φορτίο του φωτισμού, ρευματοδοτών, συσκευών, μηχανημάτων και ιατρικού εξοπλισμού, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, να μη υπερβαίνει το 80% του ονομαστικού του φορτίου. Ο ΜΣ έχει εγκατασταθεί σε ιδιαίτερο χώρο κατάλληλα διαμορφωμένο με μεταλλική πόρτα.
- Ηλεκτροπαραγωγικό Ζεύγος Η/Ζ: προβλέπεται ένα τέτοιο σύστημα των 350KVA/220/380 V, 50HZ υπό $\cos\varphi=0.8$. Το ζεύγος τοποθετείται με ηχομονωτικό

κάλυμμα στο δώμα του κτιρίου. Σε περίπτωση που θα υπάρξει διακοπή ρεύματος στην ηλεκτροδότηση της κλινικής θα αναλάβει το H/Z. Στα φορτία Ανάγκης περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- φωτισμός ασφάλειας
- εξωτερικός φωτισμός ασφάλειας
- ρευματοδότες και μόνιμες παροχές ιατρικών μηχανημάτων
- χειρουργικές εγκαταστάσεις και αίθουσες επεμβάσεων
- τροφοδοτήσεις στοιχείων παροχής κλινών ανάνηψης
- φωτισμός και ρευματοδότες στην κουσόλα κάθε κλίνης των νοσηλευτικών μονάδων
- μέρος των ρευματοδοτών στα εξεταστήρια και εργαστήρια
- τροφοδότηση συστήματος UPS
- εγκαταστάσεις ιατρικών αερίων
- λέβητας
- τηλεφωνική εγκατάσταση
- εγκατάσταση πυρανίχνευσης
- εγκατάστασης κλήση αδελφής
- εγκατάσταση ενδοεπικοινωνίας
- αντλιοστάσιο αποσκλήρυνσης νερού
- αντλιοστάσιο νερού χρήσης
- αντλιοστάσιο πυρόσβεσης
- ασθενοφόρος ανελκυστήρας
- ψυκτικοί θάλαμοι κλινικών & παροχές ψυγείων
- κλιματισμός χειρουργείων, ανανήψεων, επειγόντων
- εξαερισμός WC και χώρος ακαθάρτων

Το H/Z θα πρέπει σε μέγιστο χρόνο 15sec να έχει ξεκινήσει, να έχει φθάσει στον ονομαστικό αριθμό στροφών και να τροφοδοτήσουν τα φορτία ανάγκης. Συνεπώς, ο φωτισμός, οι ρευματοδότες και ο ιατρικός εξοπλισμός επανέρχονται αυτόματα σε λειτουργία μετά από 15 sec (περίπου). Οι κινητήρες όμως των φορτίων ανάγκης λόγω του μεγάλου ρεύματος εκκίνησης δεν θα επανέρχονται αυτόματα σε λειτουργία αλλά σταδιακά μετά από εντολή του ειδικού συστήματος PCL και βάσει κατάλληλου προγράμματος του Συστήματος Κεντρικού Ελέγχου (BMS).

Τέτοιοι κινητήρες είναι:

- κινητήρες κλιματιστικών μονάδων
- ψύκτες νερού κλιματισμού
- κινητήρες αντλιών του συστήματος θέρμανσης-ψύξης
- καυστήρες, κυκλοφορητές και ανεμιστήρες λεβήτων
- αντλίες ύδρευσης & πυρόσβεσης

Όταν επανέλθει η τάση από τη πάροχο ηλεκτρικού ρεύματος (ΔΕΗ), και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα 5-10 min, γίνεται μεταγωγή του φορτίου στους ΜΣ αυτόματα για τον φωτισμό ρευματοδότες, ιατρικό εξοπλισμό κλπ. και σταδιακά βάσει προγράμματος του BMS οι διάφοροι κινητήρες.

- Σύστημα UPS: υπάρχει ένα κεντρικό σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας σύμφωνα με το VDE 0107. Το σύστημα τροφοδοτεί τις σκιαλτικές λυχνίες των χειρουργείων καθώς και τον κρίσιμο ιατρικό εξοπλισμό των χώρων κατηγορίας 1^ε και 2^ε (VDE 0107). Το σύστημα απαρτίζεται από συστοιχία μπαταριών μολύβδου κλειστού τύπου (10ετία διάρκειας ζωής), μονόωρης εκφόρτωσης και 2ωρης φόρτισης,

ανορθωτικό, μετατροπέα και πίνακα διανομής με δυνατότητα επέκτασης. Η ισχύς του συστήματος έχει υπολογισθεί με βάση τον τροφοδοτούμενο ιατρικό εξοπλισμό και είναι ισχύος 60 KVA. Η τροφοδοσία των υποπινάκων των παραπάνω κατηγοριών γίνεται μέσω *MT απομονώσεως 220/220 V*.

Στα κρίσιμα φορτία που τροφοδοτούνται από το σύστημα *UPS* περιλαμβάνονται:

- σκιαλυτικές λυχνίες χειρουργείων
- μέρος των ρευματοδοτών των συσκευών χειρουργού & αναισθησιολόγου στα χειρουργεία
- μέρος ρευματοδοτών στις κονσόλες παροχών, ανάνηψης κλπ. καθώς και όσες άλλες παροχές απαιτούνται

Επιπλέον, υπάρχει τροφοδοσία από το *UPS* στην κεντρική μονάδα και τα τερματικά του κεντρικού υπολογιστή στο *ControlRoom*. Τέλος, επίσης σε ιδιαίτερο χώρο στον υποσταθμό είναι τοποθετημένο τοπικό σύστημα *UPS* για τροφοδοσία των κυκλωμάτων τροφοδοσίας των διακοπών του υποσταθμού. Σκοπός του είναι η τροφοδότηση όλων των ηλεκτροκίνητων αυτόματων διακοπών (κούρδισμα, τηλεχειρισμός), καθώς και η εξυπηρέτηση όλων των δευτερογενών προστασιών. Το σύστημα θα έχει ικανότητα για μία ώρα συνεχούς λειτουργίας σε περίπτωση διακοπής της κύριας παροχής.

- *Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης*: είναι τοποθετημένος στο χώρο χαμηλής τάσης στο υπόγειο του κτιρίου. Η διασύνδεση του *ΜΣ* με τους γενικούς πίνακες γίνεται με μονοπολικά καλώδια *ΝΥΥ* σε ξεχωριστές σχάρες καλωδίων. Ο *ΜΣ* προστατεύεται στη χαμηλή τάση με αυτόματο διακόπτη ισχύος ανοικτού τύπου (*Aircircuit – breakers*). Η μεταγωγή των φορτίων ανάγκης από το μετασχηματιστή στο ζεύγος γίνεται με ζεύγη αυτόματων διακοπών ισχύος ανοικτού τύπου με μηχανική και ηλεκτρική μανδάλωση.
- *Πυκνωτές*: χρησιμοποιούνται για μόνιμη αντιστάθμιση της άεργου ισχύος στο *ΜΣ* και επίσης προβλέπεται συστοιχία πυκνωτών *300KVAR (10X30 KVAR)* για αυτόματη αντιστάθμιση σε όλα τα υπομήματα (μπάρες) του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης. Ο πίνακας ελέγχου της συστοιχίας πυκνωτών θα έχει ικανή εφεδρεία ώστε να εξυπηρετεί την εγκατάσταση πρόσθετων πυκνωτών. Το *cosφ* της εγκατάστασης διατηρείται μεγαλύτερο ή ίσο προς 0.9.
- *Εγκατάσταση χαμηλής τάσης 380/220 V – Διανομή*: Περιλαμβάνει:
 - *Πίνακες*: πεδία χαμηλής τάσης, πίνακες διανομής, κίνησης και φωτισμού που τροφοδοτούνται απευθείας από τα πεδία χαμηλής τάσης. Όλοι οι πίνακες έχουν χωριστές μπάρες ουδέτερου και γείωσης.
 - *Κατανομή πινάκων*: υπάρχει ανεξαρτησία πινάκων φωτισμού και μικρής κίνησης. Κάθε τμήμα συγκεκριμένης λειτουργικότητας της κλινικής έχει το δικό του πίνακα, στο κύκλωμα κανονικής παροχής, παροχής ανάγκης ή αδιάλειπτης λειτουργίας εφόσον απαιτείται.
 - *Κεντρικά δίκτυα διανομής*: προβλέπονται ξεχωριστές παροχές από τα γενικά πεδία χαμηλής τάσης για τους πίνακες κανονικής λειτουργίας, λειτουργίας ανάγκης και για *UPS*.
 - *Προστασία γραμμών*: οι κεντρικές διανομές τροφοδοσίας γενικών πινάκων και πινάκων κινήσεως προστατεύονται με αυτόματος διακόπτες ισχύος με θερμικά και μαγνητικά στοιχεία ηλεκτρονικού τύπου ρυθμιζόμενα. Η προστασία γραμμών φωτισμού, ρευματοδοτών

κλπ. γίνεται με μικροαυτόματους ή και με διακόπτες φορτίου και ασφάλειες. Όλα τα κυκλώματα ρευματοδοτών θα προστατεύονται με ηλεκτρονόμους διαφυγής. Η προστασία γραμμών κινητήρων αντλιών, ανεμιστήρων κλιματιστικών μονάδων και λοιπών συσκευών με αυτόματους διακόπτες με θερμικά και ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία και ο έλεγχος του κινητήρα με αυτόματους. Οι κινητήρες ονομαστικής ισχύος μέχρι 7.5 KW ξεκινούν απ' ευθείας, ενώ οι υπόλοιποι με αυτόματο διακόπτη αστέρα - τριγώνου.

- *Τροφοδοσία χώρων ιατρικής χρήσης 1, 1^E, 2^E: σε κάθε πίνακα τροφοδοσίας χώρων ιατρικής χρήσης υπάρχουν συστήματα προστασίας σύμφωνα με τον VDE 0107 και ανάλογα με το είδος της ιατρικής χρήσης. Κάθε χώρος ιατρικής περιλαμβάνει σύστημα εξίσωσης του δυναμικού σύμφωνα με τον VDE 0107. Στα κυκλώματα φωτισμού και ρευματοδοτών σε χώρους κατηγορίας 1 και 1^E τοποθετούνται ηλεκτρονόμοι διαφυγής. Για τους χώρους κατηγορίας 2^E στα μεν κυκλώματα φωτισμού τοποθετούνται ηλεκτρονόμοι διαφυγής, ενώ στα αντίστοιχα ρευματοδοτών και τροφοδοσίας ιατρικού εξοπλισμού, ΜΣ απομόνωσης (Πιν.3.4). Οι σκιαλυτικές λυχνίες και ο κρίσιμος ιατρικός εξοπλισμός των χειρουργείων, τροφοδοτούνται από το UPS με χρόνο αυτονομίας 2 ωρών και μελλοντικής επέκτασης σε 3 ώρες σύμφωνα με τον VDE 0107.*

Πίνακας 3.4 Παραδείγματα χώρων ιατρικών χρήσεων

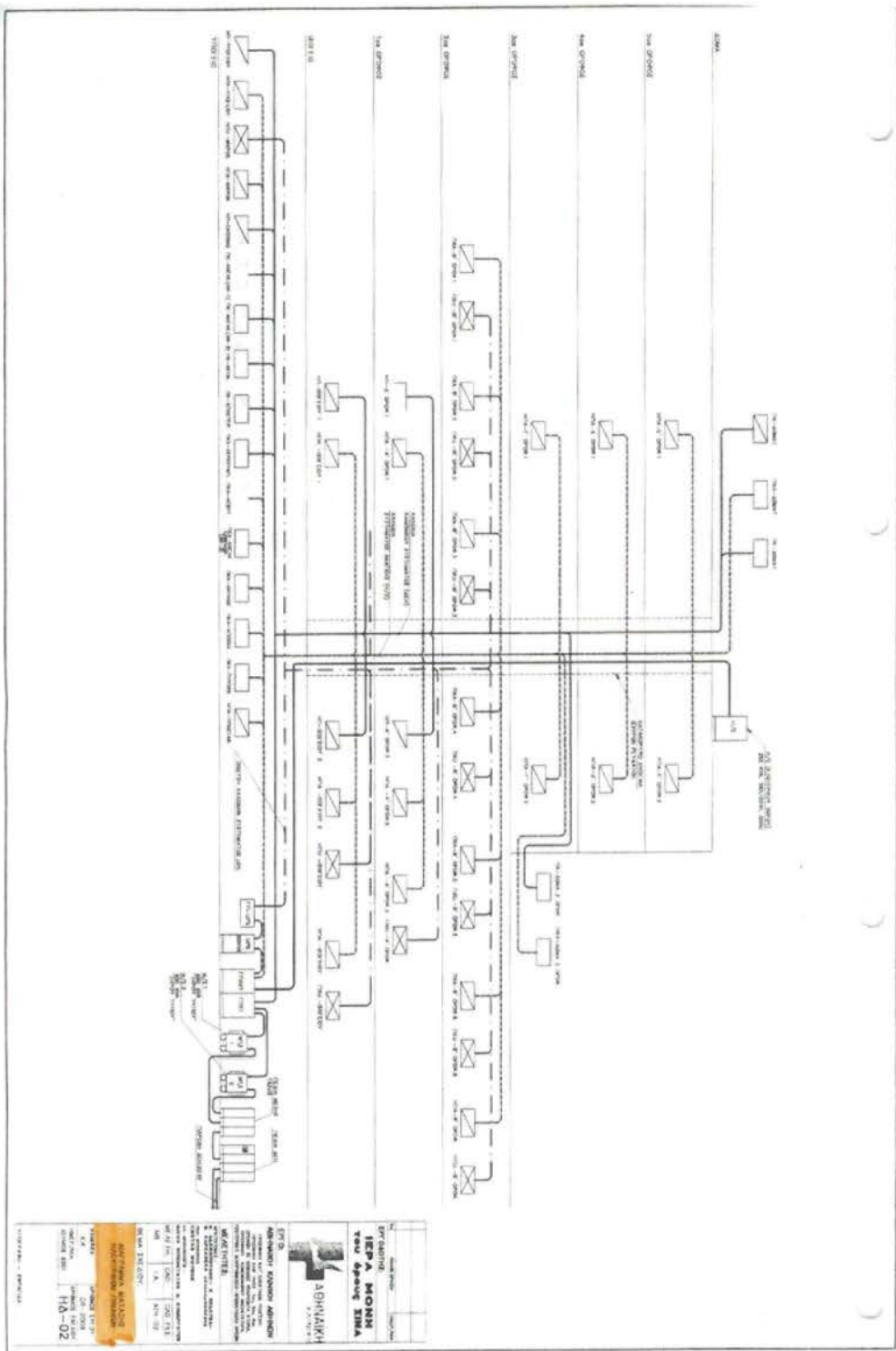
Κατάταξη	Χώροι
Κατηγορία 1	<i>Δωμάτια ασθενών στις νοσηλευτικές μονάδες, λουτρό ασθενών, απλά δωμάτια θεραπείας, βοηθητικοί χώροι χειρουργείων</i>
Κατηγορία 1 ^E	<i>Χώροι εξέτασης, υπερήχων, ακτινολογιών</i>
Κατηγορία 2 ^E	<i>Χειρουργεία</i>

- *Προστασία θερμικής υπερφόρτωσης: Ειδικότερα έχουμε*
 1. *κινητήρες τάξης μέχρι 20 KV εφοδιάζονται με θερμίστορ θετικού συντελεστή θερμοκρασίας*
 2. *κινητήρες εξοπλισμού με θερμίστορ συνδέονται σε μία μονάδα ελέγχου*
 3. *μονάδα ελέγχου που συνδέεται εσωτερικά με τα θερμίστορ και τον εκκινητή για να κόβει τον εκκινητή όταν ένα ή όλα τα θερμίστορ έχουν υπερθερμανθεί*
 4. *κάθε κινητήρας μπορεί να ξεκινά με όχι λιγότερο από 10 εκκινήσεις ανά ώρα για μηχανές που ελέγχονται manual ή πολύ συχνά από μηχανές που ελέγχονται αυτόματα*

5. οι κινητήρες <7.5KV ξεκινούν άμεσα και το ρεύμα εκκίνησης δεν ξεπερνά πάνω από 6 έως 7 φορές το ονομαστικό
 6. όλοι οι κινητήρες >7.5KV έχουν εκκίνηση τύπου αστέρα-τριγώνου
- Σύστημα γειώσεων - αλεξικέραυνο: χρησιμοποιείται για την προστασία των ανθρώπων που βρίσκονται στο νοσοκομείο από επικίνδυνες τάσεις επαφής σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN 57185, VDE 0185, τον κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τον κανονισμό ΕΛΟΤ 1197. Στόχος του είναι όλα τα μεταλλικά σημεία του κτιρίου να αποτελέσουν κατά το δυνατόν ισοδυναμική επιφάνεια. Για την αποφυγή ατμοσφαιρικών υπερτάσεων στο εσωτερικό δίκτυο του Νοσοκομείου έχουν εγκατασταθεί αλεξικέραυνα γραμμών τόσο στην μέση τάση (20 KV) όσο και στην χαμηλή τάση (220/380 V) και στα συστήματα ασθενών ρευμάτων. Ειδικότερα υπάρχουν:
 - γειώσεις (ξεχωριστά τρίγωνα γείωσης)
 - γειώσεις υποσταθμού (σε χώρους ηλεκτρικών πινάκων της ΔΕΗ, στους χώρους ηλεκτρικών πινάκων μέσης & χαμηλής τάσης του υποσταθμού και στο χώρο των μετασχηματιστών κάτω από το δάπεδο των χώρων έχει τοποθετηθεί πλέγμα DARING 6mm για ισοδύναμη προστασία, και επίσης τα μεταλλικά μέρη του υποσταθμού συνδέονται σε τρίγωνο γείωσης, όπως επίσης και οι ουδέτεροι κόμβοι των ΜΣ και ΗΖ τοποθετούνται ξεχωριστά τρίγωνα γείωσης).
 - Γειώσεις ιατρικών χώρων 1,1^E,2^E(σε όλους τους ιατρικούς χώρους των κατηγοριών 1, 1^E, 2^E σύμφωνα με τον VDE 107, όλα τα μεταλλικά μέρη συνδέονται σε ξεχωριστή μπάρα εξίσωσης δυναμικού που είναι τοποθετημένο έξω από το χώρο στην ψευδοροφή).
 - Εγκατάσταση αλεξικέραυνου (τύπου παλμών ατμοσφαιρικής τάσης μη ραδιενεργό ακτίνας προστασίας 100 mκαι περιλαμβάνει σύστημα αντικεραυνικής προστασίας, διατάξεις και συστήματα προστασίας καλωδίων, σύνδεση όλων των μεταλλικών αντικειμένων με ισοδύναμη εγκατάσταση).

Για την αποφυγή διοχέτευσης υπερτάσεων στα ηλεκτρικά μηχανήματα κατά την πτώση κεραυνών, μέσα από τις γραμμές τροφοδοσίας ή τις τηλεφωνικές γραμμές η εγκατάσταση είναι εφοδιασμένη με κατάλληλα αλεξικέραυνα γραμμής σε διάφορα σημεία των δικτύων:

- αλεξικέραυνα γραμμής μέσης τάσης 20 KV πριν από το ΜΣ στην είσοδο των γραμμών στο κτίριο,
- αλεξικέραυνα χαμηλής τάσης 380/220Vμετά την έξοδο των γραμμών από τον ΜΣ,
- αλεξικέραυνα χαμηλής τάσης 380/220Vστην έξοδο των πινάκων που τροφοδοτούν ηλεκτρονικά φορτία,
- αλεξικέραυνα γραμμών DATA ή τηλεφωνικών γραμμών.



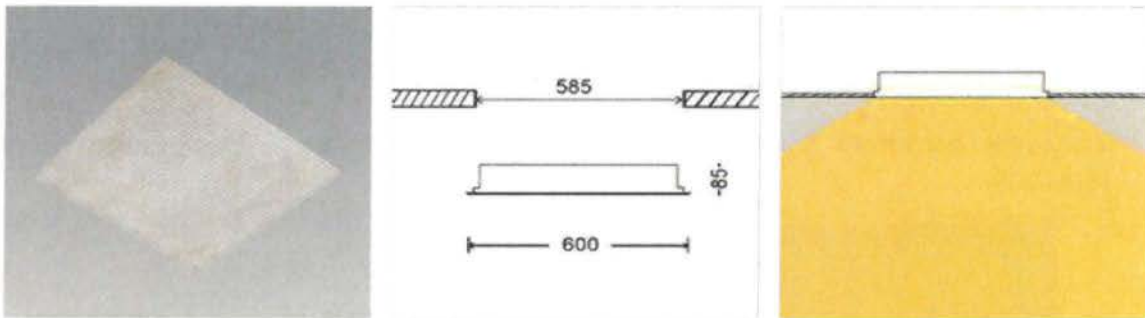
Σχήμα 3.2 Διάγραμμα Διάταξης Ηλεκτρικών Πινάκων (υπάρχει 1 Μ/Σ 800 KVA)

3.2.3.2 Ηλεκτροφωτισμός-Κίνηση

Στην εγκατάσταση γίνεται χρήση φωτιστικών σωμάτων φθορισμού έμμεσου ή άμεσου φωτισμού, υψηλής φωτιστικής απόδοσης, χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, με λαμπτήρες υψηλού δείκτη χρωματικής απόδοσης ($Ra > 85$). Ειδικότερα υπάρχουν τα εξής:

- *Χειρουργεία*

Υπάρχουν φωτιστικά σώματα φθορισμού στεγανά *IP 44* χωνευτά με ανταυγαστήρα ημιγυαλιστερό και γυαλί προστασίας πυρίμαχο, κατάλληλα για χώρους αντισηπτικούς και αποστειρωμένους, με τέσσερις λαμπτήρες των *18 W* (Εικ.3.16).



Εικόνα 3.16 Φωτιστικό σώμα τύπου *BRIGHT DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC PRISMATIC IP44 (4x18W)*

- *Γραφεία*

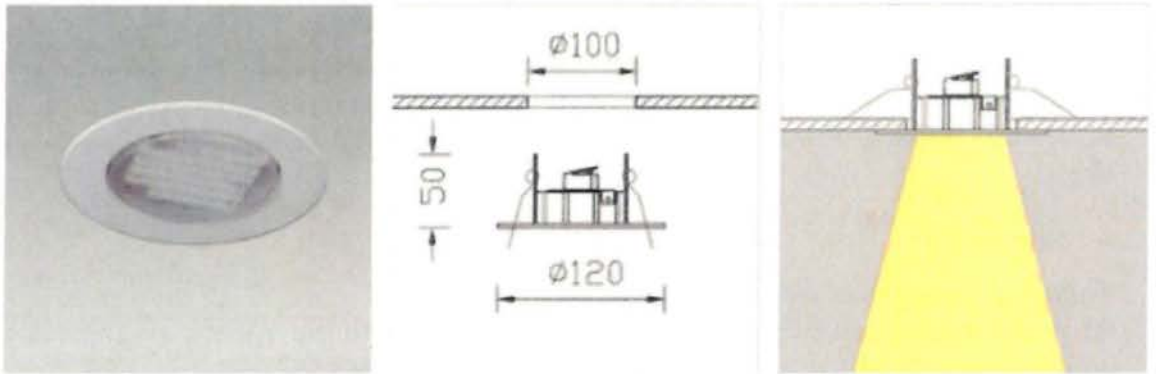
Υπάρχουν φωτιστικά σώματα φθορισμού χωνευτά με περσίδες διπλής παραβολικότητας *IP 20*, με τέσσερις λαμπτήρες των *18 W* έκαστος (Εικ.3.17).



Εικόνα 3.17 Φωτιστικό σώμα τύπου *BRIGHT DOUBLE LOUVRE 1 (4x18W)*

- *Στάση Αδελφής*

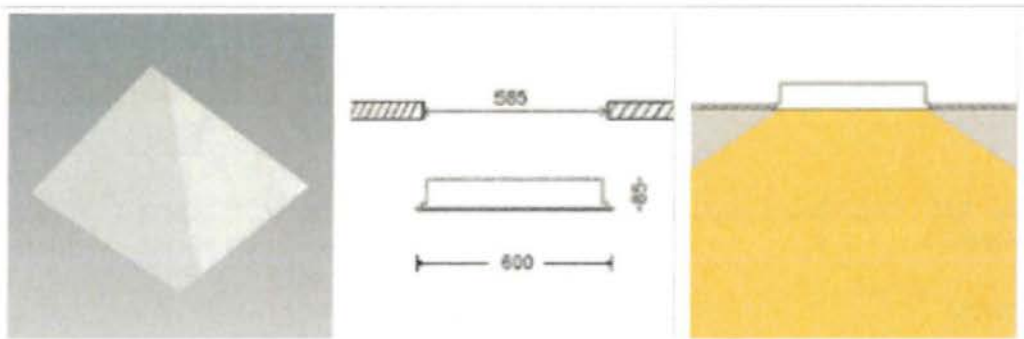
Υπάρχει φωτιστικό σώμα χωνευτό, τύπου *spot*, με γυαλί προστασίας, με ένα λαμπτήρα φθορισμού *1 X 9 W* (Εικ.3.18).



Εικόνα 3.18 Φωτιστικό σώμα τύπου *BRIGHT MMLF (1x9W)*

- *Διάδρομοι Νοσηλευτικών Μονάδων*

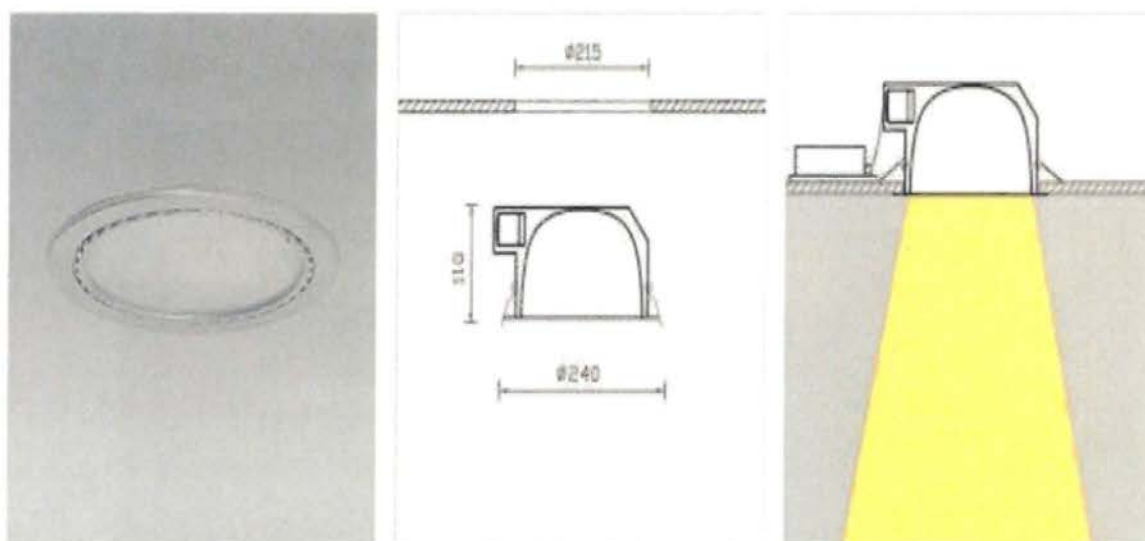
Υπάρχουν φωτιστικά σώματα φθορισμού, χωνευτά, με ακρυλικό κάλυμμα 4 X 18 W (Εικ.3.19).



Εικόνα 3.19 Φωτιστικό σώμα τύπου *BRIGHT DOUBLE LOUVRE ACRYLIC OPAL (4x18W)*

- *Χώροι αναμονής*

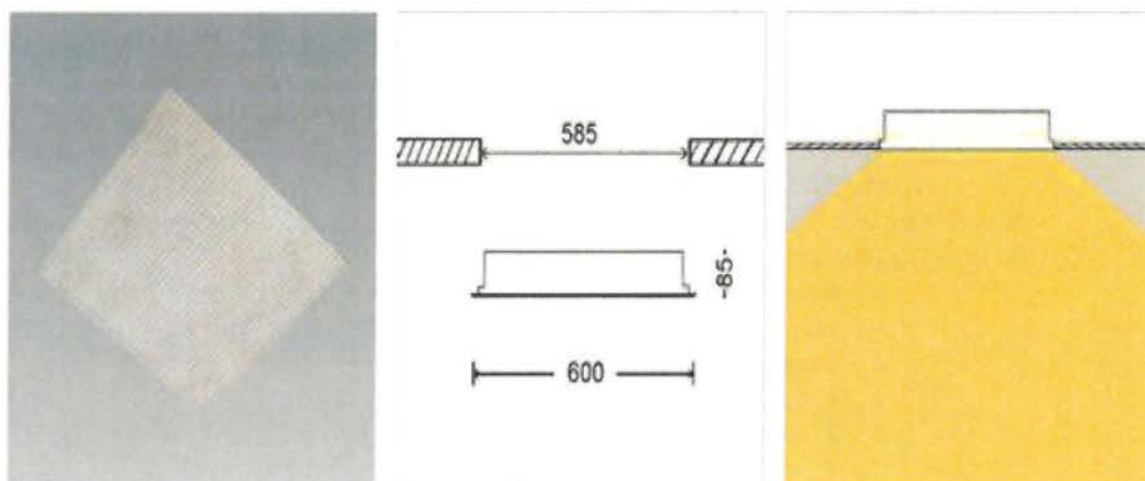
Υπάρχουν φωτιστικά σώματα ψευδοροφής "Downlight", με δύο λαμπτήρες φθορισμού compact TC-D των 26 W (Εικ.3.20).



Εικόνα 3.20 Φωτιστικό σώμα τύπου *BRIGHT HONORL 04 (2x26W)* και *HONORL N4 SMALL*

- *Εξεταστήρια, Διάδρομος Εξωτερικών Ιατρείων*

Υπάρχουν φωτιστικά σώματα φθορισμού ψευδοροφής, με πρισματικό κάλυμμα, με τέσσερις λαμπτήρες φθορισμού 18 W έκαστος (Εικ.3.21).



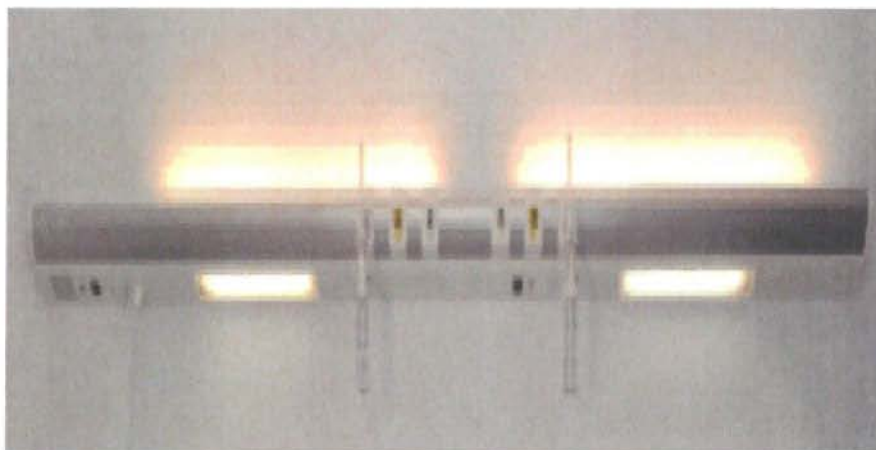
Εικόνα 3.21 Φωτιστικό σώμα τύπου *BRIGHT DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC PRISMATIC (4x18W)*

- *Χώροι Υγιεινής - WC / λουτρά*

Υπάρχουν φωτιστικά σώματα φθορισμού ψευδοροφής στεγανά IP54 με πρισματικό κάλυμμα με δύο λαμπτήρες φθορισμού 18 W έκαστος (τύπου *BRIGHTDOUBLELOUVRE 1 ACRYLICPRISMATIC, 2X18 W*).

- *Θάλαμοι νοσηλείας*

- *Γενικός φωτισμός:* Φωτιστικά σώματα φθορισμού 2Χ58 W ανά κλίνη, ενσωματωμένα στην υπερκλινία κονσόλα ασθενούς (Εικ.3.22).



Εικόνα 3.22 Φωτιστικό σώμα τύπου *MEDLUX BHU*

- *Τοπικός φωτισμός κλίνης:* Φωτιστικά σώματα φθορισμού 1Χ18 W ανά κλίνη (με τοπικό διακόπτη), ενσωματωμένα στην κονσόλα ασθενούς (τύπος: *MEDLUX BHU*)
- *Φωτισμός προθαλάμου:* Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής, “downlighter”, με κάλυμμα και 1 λαμπτήρα φθορισμού 18 W (τύπος: *BRIGHT MMLF, 1x9W*)
- *Φωτισμός WC:* Φωτιστικά σώματα φθορισμού ψευδοροφής, στεγανά, IP54, με πρισματικό κάλυμμα, με δύο λαμπτήρες φθορισμού 18 W έκαστος (τύπος: *BRIGHT DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC PRISMATIC, 2x18W*)

Στις θέσεις ανάνηψης εγκαταστάθηκαν υπερκλινίες κονσόλες ασθενούς, η οποίες θα περιλαμβάνουν:

- Φωτιστικό σώμα γενικού φωτισμού up light 2Χ58 W με διακόπτη από την κονσόλα (τύπος: *MEDLUX BHU*)
 - 4 πρίζες τροφοδοτούμενες από H/Z
 - 4 πρίζες τροφοδοτούμενες από UPS
 - 2 λήψεις RJ45 Cat. 6
- *Ρευματοδότες*

Σε όλους τους χώρους του Νοσοκομείου εγκαταστάθηκαν ρευματοδότες τύπου ΣΟΥΚΟ (250 V – 16A). Οι ρευματοδότες τροφοδοτούνται με διαφορετικές γραμμές από αυτές του φωτισμού με αγωγούς διατομής 2.5 mm². Έχει γίνει διαφορετικός χρωματισμός των ρευματοδοτών που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο αδιάλειπτης λειτουργίας UPS (κόκκινο) και HZ (πράσινο).

- *Φωτισμός ασφαλείας*

Για την κάλυψη του φωτισμού ασφαλείας χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά σώματα ασφαλείας, συνεχούς φωτισμού, με ένδειξη πορείας ή εξόδου. Ανάλογα με την θέση τους

είναι επίτοιχα, μονής όψης ή κρεμαστά, διπλής όψης. Όλα τα φωτιστικά σώματα είναι αυτόνομα, με ενσωματωμένη μπαταρία *Ni-Cd* διάρκειας λειτουργίας 90 min.

- *Καταναλώσεις – χειρισμοί και έλεγχος εγκατάστασης*

Προβλέπονται οι εξής καταναλώσεις:

- Καταναλώσεις φωτισμού 220 V AC
- Καταναλώσεις ρευματοδοτών 220 V AC
- Καταναλώσεις ρευματοδοτών 380VAC κυρίως στο μηχανοστάσιο
- Μονοφασικές καταναλώσεις κινητήρων
- Τριφασικές καταναλώσεις κινητήρων
- Καταναλώσεις εγκαταστάσεων ασθενών ρευμάτων

Ο έλεγχος φωτισμού μπορεί να γίνει με κάποια από τις παρακάτω επιλογές:

- τοπικά από διακόπτη
- μέσω ραγοδιακόπτη στον πίνακα
- από τον τηλεχειριζόμενο διακόπτη στον πίνακα και μέσω μπουτόν στην στάση αδελφής

- *Εγκατάσταση κίνησης*

Όσο αφορά την εγκατάσταση κίνησης προβλέπονται τα παρακάτω συστήματα ελέγχου και χειρισμού:

- όλοι οι κινητήρες χειρίζονται τοπικά από τον πίνακα τροφοδοσίας των με τη βοήθεια μπουτόν, μεταγωγικών διακοπών και ενδεικτικών λυχνιών
- σε περίπτωση έλλειψης τάσης όλοι οι ηλεκτρονόμοι τροφοδοσίας βρίσκονται σε θέση εκτός λειτουργίας και όταν επανέλθει η τάση, οι κινητήρες θα ξεκινούν σταδιακά, με τους μεν κινητήρες που τροφοδοτούνται από το σύστημα κανονικής λειτουργίας θα ξεκινήσουν manual, ενώ οι αντίστοιχοι που τροφοδοτούνται από το σύστημα ανάγκης αυτόματα μέσω ειδικού συστήματος PLC

Διαρροές ως προς γη ανιχνεύονται στους ιατρικούς χώρους^{2E} (χειρουργεία) με ειδική συσκευή επιτήρησης μόνωσης που τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα τροφοδοσίας του χώρου, ενώ η συσκευή ενδείξεως τοποθετείται εξωτερικά στη πόρτα του .

3.2.3.3 Εγκατάσταση Τηλεφώνων - Data

Η υφιστάμενη εγκατάσταση της κλινικής περιλαμβάνει δομημένη καλωδίωση για την πλήρη κάλυψή της σε μετάδοση φωνής και δεδομένων (*data*). Στο υπόγειο του κτιρίου υπάρχει *computer room*, όπου έχει τοποθετηθεί ο κεντρικός καταναλωτής. Από εκεί αναχωρούν οι παρακάτω καλωδιώσεις:

- Οριζόντιο δίκτυο καλωδιώσεων *utr* προς όλες τις λήψεις τηλεφώνων και *data* στο ισόγειο και *α'* όροφο.
- Κατακόρυφο δίκτυο με χρήση οπτικής ίνας προς τοπικό καταναλωτή στον *α'* όροφο. Από τον καταναλωτή αυτό αναχωρεί οριζόντιο δίκτυο καλωδιώσεων *utr* προς όλες τις λήψεις *data* του *β'* και *γ'* ορόφου.
- Κατακόρυφο δίκτυο με χρήση οπτικής ίνας προς τοπικό καταναλωτή στον *γ'* όροφο. Από τον καταναλωτή αυτό αναχωρεί οριζόντιο δίκτυο καλωδιώσεων *utr* προς όλες τις λήψεις *data* του *δ'* και *ε'* ορόφου.

Η διαχείριση των τηλεφωνικών γραμμών γίνεται από τηλεφωνικό κέντρο, ενώ στο χώρο του υπογείου υπάρχει και ο κατανεμητής σύνδεσης με τον ΟΤΕ. Στις κοινόσδες κλίνης της αίθουσας ανάνηψης και προετοιμασίας υπάρχει εγκατάσταση 1 λήψης *data* και 1 λήψη τηλεφώνου σε κάθε κλίνη.

3.2.3.4 Εγκαταστάσεις συστήματος κλήσης Αδελφής

Ο σκοπός της εγκατάστασης κλήσης αδελφών είναι η άμεση επικοινωνία μεταξύ των θαλάμων ασθενών και των στάσεων αδελφών με σύστημα οπτικής και ηχητικής σήμανσης. Το σύστημα για μεγαλύτερη εξασφάλιση, παρέχει δυνατότητα σύζευξης με συσκευές *Pager* ή *Dect*. Με τον τρόπο αυτό ειδοποιούνται τα κατάλληλα μέλη του νοσηλευτικού προσωπικού, μέσω των ασύρματων *pager* ή των τηλεφωνικών δεκτών *Dect*, ακόμη και αν δεν έχουν ενεργοποιηθεί τα μπουτόν παρουσίας της κλινικής ή πτέρυγας.

Το σύστημα κλήσης αδελφής που εγκαταστάθηκε χρησιμοποιεί σύγχρονη ψηφιακή ηλεκτρονική τεχνολογία και επικοινωνίες δεδομένων μέσω δικτύου τοπολογίας διαύλου (*DATABUS*), με σκοπό την παροχή αξιόπιστων ολοκληρωμένων υπηρεσιών στους ασθενείς και το νοσηλευτικό προσωπικό με ελαχιστοποίηση των καλωδιώσεων και χαμηλό κόστος συντήρησης. Είναι συμβατό με το *standard TCP/IP*, δίνοντας την δυνατότητα να διασυνδεθεί στο υπάρχον σύστημα *IP* χωρίς κανένα πρόβλημα. Με αυτό τον τρόπο θα μπορεί να γίνει σύνδεση και *logging - statistics - service*, του συστήματος από οποιοδήποτε *H/Y* του νοσοκομείου ή απομακρυσμένου μέσω σύνδεσης *Internet*. Στοιχεία κλήσεων και παρουσιών (αριθμοί θαλάμων που ενεργοποιούν κλήσεις ή δηλώνουν την παρουσία της νοσοκόμας) εμφανίζονται κανονικά στον τερματικό σταθμό στη στάση αδελφών. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να εμφανίζονται και σε κάθε *H/Y* του νοσοκομείου στο οποίο έχει εγκατασταθεί κατάλληλο λογισμικό *NurseStation*.

Σε θέματα ασφάλειας και συντήρησης, το σύστημα έχει τις εξής δυνατότητες:

- Σε περίπτωση βλάβης της τροφοδοσίας τάσεως, οι κλήσεις και οι παρουσίες διατηρούνται για 24 ώρες περίπου και εμφανίζονται πάλι μετά την αποκατάσταση της βλάβης.
- Σε περίπτωση βλάβης του ελεγκτή τμήματος, το σύστημα συνεχίζει να εκτελεί τις βασικές του λειτουργίες.
- Όλα τα φωτιστικά διαδρόμου, που περιέχουν τα ενεργά ηλεκτρονικά στοιχεία κάθε δωματίου, διαθέτουν ασφάλειες. Έτσι προστατεύονται όχι μόνο τα φωτιστικά αλλά και οι μονάδες του δωματίου.
- Πιθανή βλάβη στα φωτιστικά διαδρόμου ή αντικατάστασή τους δεν διακόπτει τη λειτουργία του συστήματος.
- Σε περίπτωση σύζευξης του συστήματος με *pager* ή *dect*, οι αριθμοί των δωματίων κλήσης και οι τύποι των κλήσεων, μπορούν να εμφανίζονται στις συσκευές *dect* του προσωπικού που έχουν προγραμματιστεί γι' αυτό.
- Όλα τα δωμάτια μιας κλινικής συνδέονται εν σειρά με τον ελεγκτή τμήματος και σχηματίζουν κανάλι δεδομένων (*databus*), μέσω των επεξεργαστών δωματίων οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι στις λυχνίες διαδρόμων. Στους επεξεργαστές αυτούς καταλήγουν επίσης οι καλωδιώσεις των μονάδων του δωματίου.

Οι παρεχόμενες υπηρεσίες σε επίπεδο ασθενούς μέσω της μονάδας θαλάμου και του χειριστηρίου καθώς και της μονάδας κλήσης από *WC*-λουτράεινα:

- Κλήση της στάσης αδελφής με αναγνώριση κλίνης και δυνατότητα ελέγχου του

φωτισμού της κονσόλας από χειριστήριο.

- Δυνατότητα κλήσης από WC – λουτρό.

Ειδικά για τις γειτονικές νοσηλευτικές μονάδες υπάρχει δυνατότητα διασύνδεσης των κεντρικών μονάδων κατά την διάρκεια της νύκτας.

Το σύστημα μπορεί να διαχειριστεί έως 1600 θαλάμους. Σε κάθε θάλαμο έχει εγκατασταθεί ένα έξυπνο ψηφιακό *interface* το οποίο δύναται (σε περίπτωση βλάβης) να εκτελέσει όλες τις βασικές λειτουργίες χωρίς επικοινωνία με άλλα *interface* ή το κεντρικό ελεγκτή. Το δίκτυο μεταξύ των θαλάμων είναι βασισμένο στο *LON standard*. Τα επιμέρους στοιχεία των θαλάμων διασυνδέονται στο έξυπνο *interface* του θαλάμου. Το σύστημα επιτρέπει τους παρακάτω τύπους κλήσεων:

- Κανονική κλήση
- Κλήση W.C.
- Κλήση ανάγκης
- Παρουσία νοσηλευτών

Για κάθε παραπάνω τύπο δίνονται από το σύστημα ξεχωριστές ενδείξεις ως εξής:

- Αριθμός δωματίου και κλίνης στις οθόνες των νοσηλευτών
- Ξεχωριστή δρομολόγηση της κάθε κλήσης
- Ξεχωριστός ρυθμός οπτικής και ηχητικής ένδειξης
- Προτεραιότητα κλήσεων

Οι κύριες λειτουργίες του συστήματος με βάση τις μονάδες που χρησιμοποιούνται στους διάφορους χώρους και τις τεχνικές προδιαγραφές των μονάδων, είναι οι παρακάτω:

1. Κλήση ασθενούς

Με την πίεση του μπουτόν κλήσης στο χειριστήριο του ασθενούς:

- Ανάβει η επιβεβαιωτική λυχνία του χειριστηρίου
- Ανάβουν τα φωτιστικά διαδρόμου (κόκκινος τομέας κλήσης)
- Βομβεί ο βομβητής των δωματίων, που έχει δηλωθεί παρουσία
- Εμφανίζεται ο αριθμός του δωματίου κλήσης και του αριθμού της κλίνης στη οθόνη του τερματικού σταθμού στην στάση αδελφής με ταυτόχρονη ενεργοποίηση του βομβητή

2. Ακύρωση κλήσης / Δήλωση παρουσίας

Με την είσοδο μίας νοσοκόμας στο θάλαμο, από τον οποίο προήλθε η κλήση, πατά το μπουτόν παρουσίας / ακύρωσης που βρίσκεται στην είσοδο του θαλάμου, οπότε:

- Δηλώνεται η παρουσία αδελφής στο θάλαμο αυτό, ενώ συγχρόνως ακυρώνεται η κλήση του ασθενούς.
- Σβήνουν όλες οι ενδείξεις της κλήσης οπτικές και ηχητικές.
- Ανάβει η επιβεβαιωτική λυχνία στη τερματική μονάδα καθώς και ο αντίστοιχος πράσινος τομέας (παρουσίας) του φωτιστικού διαδρόμου.
- Το φωτιστικό διαδρόμου και ο βομβητής είναι έτοιμα να ενεργοποιηθούν όταν υπάρξει νέα κλήση από χώρο της κλινικής αυτής με διαφορετικό ρυθμό και σε νέο τομέα (κατάσταση ανάγκης).
- Όση ώρα παραμένει η αδελφή στον θάλαμο και η παρουσία είναι ενεργοποιημένη

γίνεται αυτόματα μεταγωγή όλων των κλήσεων στον συγκεκριμένο θάλαμο και ηχείο βομβητής.

Όταν η αδελφή έχει εξυπηρετήσει τον ασθενή και φεύγει από τον θάλαμο του, πατά πάλι το μπουτόν παρουσίας / ακύρωσης κλήσης με συνέπεια:

- να σβήσει ο τομέας παρουσίας του φωτιστικού διαδρόμου,
- να ακυρωθεί η κατάσταση ανάγκης.

3. Κλήση ανάγκης (αδελφής)

Όταν έχει δηλωθεί παρουσία αδελφής σε ένα θάλαμο ασθενών, το πάτημα ενός μπουτόν κλήσης στο θάλαμο αυτό, έχει συνέπεια την ενεργοποίηση κλήσης ανάγκης. Σε αυτή την περίπτωση:

- Αναβοσβήνουν τα φωτιστικά διαδρόμου (κόκκινος και πράσινος τομέας) και η επιβεβαιωτική λυχνία.
- Βομβεί με μεγαλύτερη συχνότητα από αυτή της κανονικής κλήσης ασθενούς ο βομβητής των δωματίων που έχει δηλωθεί παρουσία.
- Όταν συνυπάρχουν κλήση ανάγκης και κανονική κλήση, η κλήση ανάγκης έχει προτεραιότητα στην στάση αδελφής.

Η κλήση αυτή ακυρώνεται όταν πατηθεί το μπουτόν παρουσίας του θαλάμου όπως περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο

4. Κλήση λουτρού

Κλήσεις από λουτρό ή W.C. ανάβουν τον αντίστοιχο τομέα W.C. (κίτρινος) του φωτιστικού διαδρόμου, βομβούν οι μονάδες που έχει δηλωθεί παρουσία και εμφανίζονται στην στάση αδελφής. Η κλήση αυτή ακυρώνεται όταν πατηθεί το μπουτόν ακύρωσης κλήσης του θαλάμου. Τα φωτιστικά διαδρόμου αποτελούνται από Led και όχι από λυχνίες πυρακτώσεως για λόγους υψηλής διάρκειας ζωής και χαμηλής κατανάλωσης. Επίσης τα χρώματα των πεδίων είναι διακριτά μόνο κατά τη διάρκεια των κλήσεων ώστε να μην γίνεται σύγχυση από το ηλιακό φως.

5. Στάση αδελφών

Στην στάση αδελφής εγκαταστάθηκε τερματικός σταθμός χειρισμών με ψηφιακή οθόνη LCD, στην οποία φαίνονται όλες οι ενδείξεις κλήσεων από τους θαλάμους. Εναλλακτικά μπορεί να εγκατασταθεί H/Y λογισμικό στάσης νοσηλευτών με το οποίο γίνεται πλήρη επίοπτευση των λειτουργιών της κλινικής (τύπος: *Televic Nurse Callsystem*).

3.2.3.5 Εγκατάσταση Ηλεκτρικών Ωρολογίων

Σε όλους τους χώρους της κλινικής υπάρχει εγκατάσταση ηλεκτρικών ρολογιών με σύνδεση σε κεντρική συσκευή (μάννα), η οποία βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου στο control room. Όλα τα δευτερεύοντα ωρολόγια συνδέονται με την κεντρική συσκευή ωρολογίων σε κυκλώματα 24 Vdc μέσω καλωδίων τύπου NYM 2 x 1.5 mm² ενώ το κεντρικό δίκτυο έχει κατασκευαστεί με καλώδιο τύπου NYM 2 x 1.5 mm². Κάθε ωρολόγιο έχει καμπυλότητα φακού ώστε να επιτρέπει τη εύχρηστη ανάγνωση της ώρας υπό γωνία 25 μοιρών ως προς το κατακόρυφο. Προβλέπονται στρογγυλά, με διάμετρο πλάκας 300 mm περίπου. Τα δευτερεύοντα ωρολόγια συγχρονίζονται με την κεντρική συσκευή με

παλμούς που λαμβάνονται με συγκεκριμένο ρυθμό. Στις αίθουσες των χειρουργείων έχουν εγκατασταθεί επιπλέον χρονόμετρα αντιστρόφου χρόνου, στεγανά, με τηλεχειρισμό "START-STOP-RESET". Όλη η διάταξη τροφοδοτείται από το δίκτυο UPS 220 V/50 Hz.

3.2.3.6 Εγκατάσταση Ραδιοφώνου - Τηλεόρασης

Υπάρχει στην κλινική κεντρική εγκατάσταση με κεντρική κεραία για την λήψη σήματος τηλεόρασης και ραδιοφωνικών προγραμμάτων. Το δίκτυο TV καλύπτει όλα τα δωμάτια νοσηλείας καθώς και ορισμένα γραφεία και κοινόχρηστους χώρους (χώροι αναμονής). Η εγκατάσταση ξεκινά από το TV Headend στο υπόγειο και καταλήγει στην τροφοδότηση και σύνδεση όλων των κεραιοδοτών. Σε κάθε όροφο προβλέπεται κεντρικός διακλαδωτήρας στο σημείο του κεντρικού shaft πίσω από το κλιμακοστάσιο και η διανομή των καλωδίων προς όλες τις λήψεις. Οι τηλεοπτικές λήψεις είναι τερματικές, με μεταλλικό περίβλημα, έχουν πιστοποίηση κατά CE και είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με τα πρότυπα DIN EN 50083-1/A1 και DIN EN 50083-2/A1. Είναι ευρείας ζώνης με κατευθυντικούς συζεύκτες για σύνδεση σε τοπολογία αστέρα, με δυνατότητα αναστρόφου διέλευσης της περιοχής συχνοτήτων 5-65MHz. Είναι για εγκαταστάσεις επίγειας λήψης με ακροδέκτες αυτόματης σύνδεσης για το ομοαξονικό καλώδιο. Διαθέτουν σύνδεσμο εξόδου για τηλεοπτικό σήμα σύμφωνα με το πρότυπο IEC TV και σύνδεσμο για έξοδο ραδιοφωνικού σήματος σύμφωνα με το πρότυπο IEC Radio. Οι συχνότητες λειτουργίας της TV: 120-862MHz και RD: 87.5-108MHz. Το σύστημα έχει μέγιστες απώλειες στο φάσμα επιστροφής <4db.

3.2.3.7 Εγκατάσταση Μεγαφώνων

Η εγκατάσταση μεγαφώνων της κλινικής περιλαμβάνει υποδομή για την ηχητική κάλυψη όλων των κοινόχρηστων χώρων του κτιρίου. Υπάρχει κεντρικό ενισχυτικό συγκρότημα τοποθετημένο στο υπόγειο του κτιρίου, στο control room. Η καλωδίωση ξεκινά από την θέση του κεντρικού ενισχυτικού συγκροτήματος και καταλήγει στην τροφοδότηση και σύνδεση όλων των μεγαφώνων και λοιπών συσκευών. Κάθε όροφος ή λειτουργική ενότητα αποτελεί ιδιαίτερη ζώνη.

3.2.3.8 Εγκατάσταση Ενδοσυνεννόησης

Η εγκατάσταση ενδοσυνεννόησης καλύπτει τις ανάγκες συγκεκριμένων τμημάτων της κλινικής και εξασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ των χώρων, παρακάμπτοντας τις καθυστερήσεις του τηλεφωνικού συστήματος. Το σύστημα είναι αναλογικού τηλεφωνικού τύπου και επιτρέπει την επικοινωνία οποιονδήποτε συνδρομητών μεταξύ τους με πολλαπλά κανάλια ομιλίας. Για να απαντηθεί η κλήση, ο χειριστής θα πρέπει να ενεργοποιεί το ακουστικό της συσκευής του και να επικοινωνεί χωρίς να απαιτείται άλλος χειρισμός. Οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους με καλώδιο τύπου JY(st)Y 2X2X0.8 mm².

3.3 Σύνοψη

Η Αθηναϊκή Κλινική (Mediclinic) είναι μία νοσοκομειακή μονάδα με μακρόχρονη παράδοση στον τομέα της Οφθαλμολογίας, όπου σήμερα έχει εξελιχθεί σε μία σύγχρονη Γενική Κλινική

που διαθέτει όλες τις ιατρικές ειδικότητες και ολοκληρωμένες ιατρικές υπηρεσίες. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η τεχνική εγκατάσταση της Αθηναϊκής κλινικής. Επιπλέον, η ανάλυση εστιάστηκε κυρίως στην ηλεκτρο-μηχανολογική εγκατάσταση.

Αναφορές

- Αθηναϊκή Κλινική (2000). *Μελέτη Η/Μ Εγκαταστάσεων*. Τεχνική Υπηρεσία, Αθηναϊκής κλινικής.
(2011). *Ανακαίνιση Η/Μ Εγκαταστάσεων*. Τεχνική Υπηρεσία, Αθηναϊκής κλινικής.
Τούλογλου Σ. (2006). *ΚΝΧ/ΕΙΒ Τεχνική Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
Σωφρόνης, Η. (2009). *Συστήματα Ελέγχου & Διαχείριση Ενέργειας*. ΤΕΕ ΕΛΛΑΔΟΣ & Περιφερειακό Τμήμα Ν. Κέρκυρας, Προσυνεδριακή Εκδήλωση «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ», Κέρκυρα 3 Ιουλίου 2009.

Κεφάλαιο ΤΕΤΑΡΤΟ

Καταγραφή – Ανάλυση Δεδομένων

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η παρουσίαση και ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται από το εργαλείο METREL. Στο επόμενο πίνακα φαίνονται οι ηλεκτρικοί πίνακες της κλινικής που αναλύονται. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι αρμονικές των σημάτων (3 φάσεων/7 αρμονικές), το κέρδος G_n, και οι τυχόν ανωμαλίες.

Πίνακας 4.1 Ηλεκτρικοί Πίνακες Αθηναϊκής Κλινικής

Όνομα	Περιγραφή	Χρονική Διάρκεια Καταγραφής
DOMA3	Δώμα 3 ^ο ορόφου	13/6/13-16/6/13 17.10.01-14.39.01
DOMA5	Δώμα 5 ^ο ορόφου	9/6/13-12/6/13 12.00.00-21.08.01
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	Ακτινολογικό	12/5/13-13/5/13 15.25.00-4.53.46
GXER	Γενικό Χειρουργείο	13/6/13-16/6/13 17.10.01-14.39.01
HPA2	Ηλεκτρικός Πίνακας Ανάγκης 2 ^ο ορόφου	10/4/13-14/4/13 17.5.00-15.9.01
UPS	Ηλεκτρικός Πίνακας UPS	6/6/13—6/6/13 16.11.00-16.20.36
XHP7	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 7	31/3/13-1/4/13 12.18.00-19.35.01
P3HPA1	Ηλεκτρικός Πίνακας 3 ^ο ορόφου –Ανάγκης 1 ^ο ₅	14/4/13-17/4/13 11.42.00-23.48.01
XHPA1	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 1	25/2/13-28/2/13 13.44.00-3.6.15
LEV	Λεβητοστάσιο	17/2/13-20/2/13 16.45.00-21.49.01
P4HPA1	Ηλεκτρικός Πίνακας 4 ^ο ορόφου-Ανάγκης 1 ^ο ₅	29/4/13-1/5/13 16.33.00-3.54.01
P3HPA2	Ηλεκτρικός Πίνακας 4 ^ο ορόφου-Ανάγκης 2 ^ο ₅	21/4/13-25/4/13 15.11.00-00.26.13
P5HPA1	Ηλεκτρικός Πίνακας 5 ^ο ορόφου-Ανάγκης 1 ^ο ₅	7/5/13-11/5/13 14.55.00-2.25.01
XHPA2	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 2	3/3/13-6/3/13 11.36.00-20.36.01
XHPA4	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 4	21/3/13-25/3/13 16.43.00-4.52.01

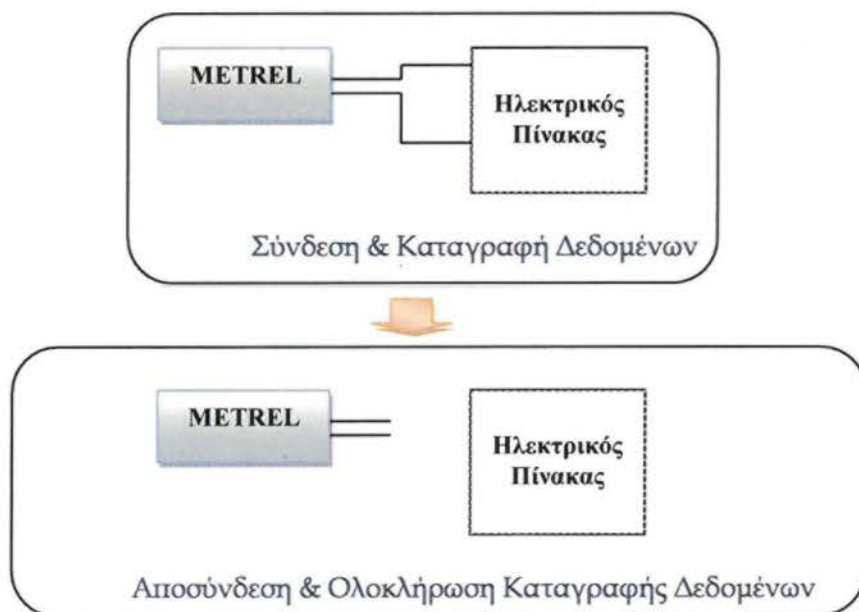
4.2 Πειραματικός Σχεδιασμός

Για την καταγραφή των δεδομένων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία (Σχ.4.1):

- Σύνδεση οργάνου καταγραφής (METREL) με τον ηλεκτρικό πίνακα
- Διαδικασία καταγραφής (χρονική διάρκεια ~3 ημέρες)
- Ολοκλήρωση καταγραφής
- Αποσύνδεση οργάνου καταγραφής

Η μέτρηση περιλαμβάνει:

- Ph1, Ph2, Ph3
- U1, U2, U3 (τάσεις)
- I1, I2, I3 (ρεύματα)
- h2-h7 (αρμονικές)
- Anomalies
- Gn (κέρδος)



Σχήμα 4.1 Πειραματική Διαδικασία

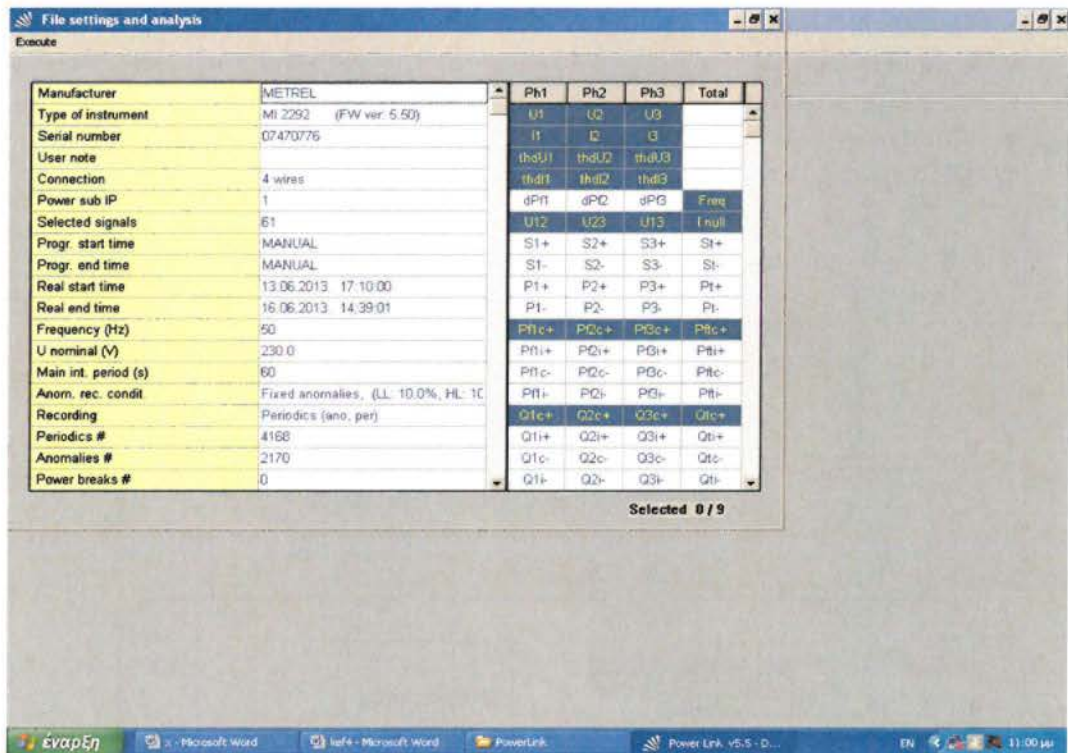
4.3 Ανάλυση Ηλεκτρικών Πινάκων

Ακολουθεί η ανάλυση των κυριότερων ηλεκτρικών πινάκων:

- **DOMA3** (Δώμα 3^ο ορόφου)

- *PERIODICS*: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (13/6/13 | 17:10:01 – 16/6/13 | 14:39:01)

Εικόνα 4.1 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα DOMA3

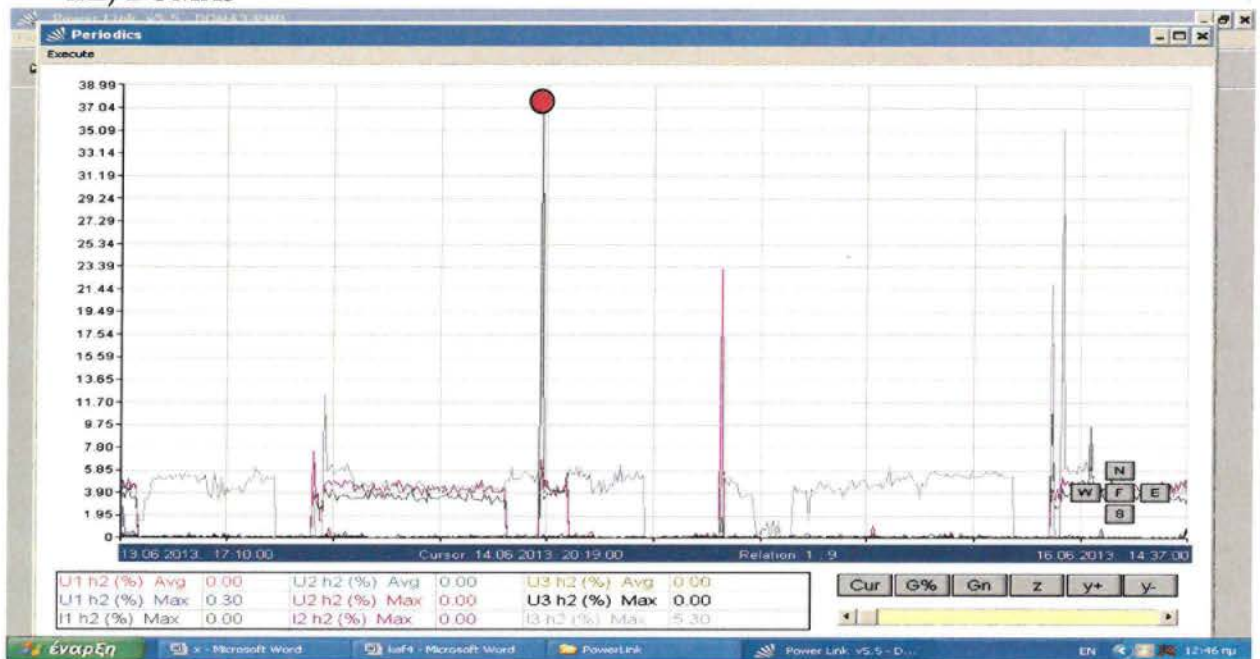


Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

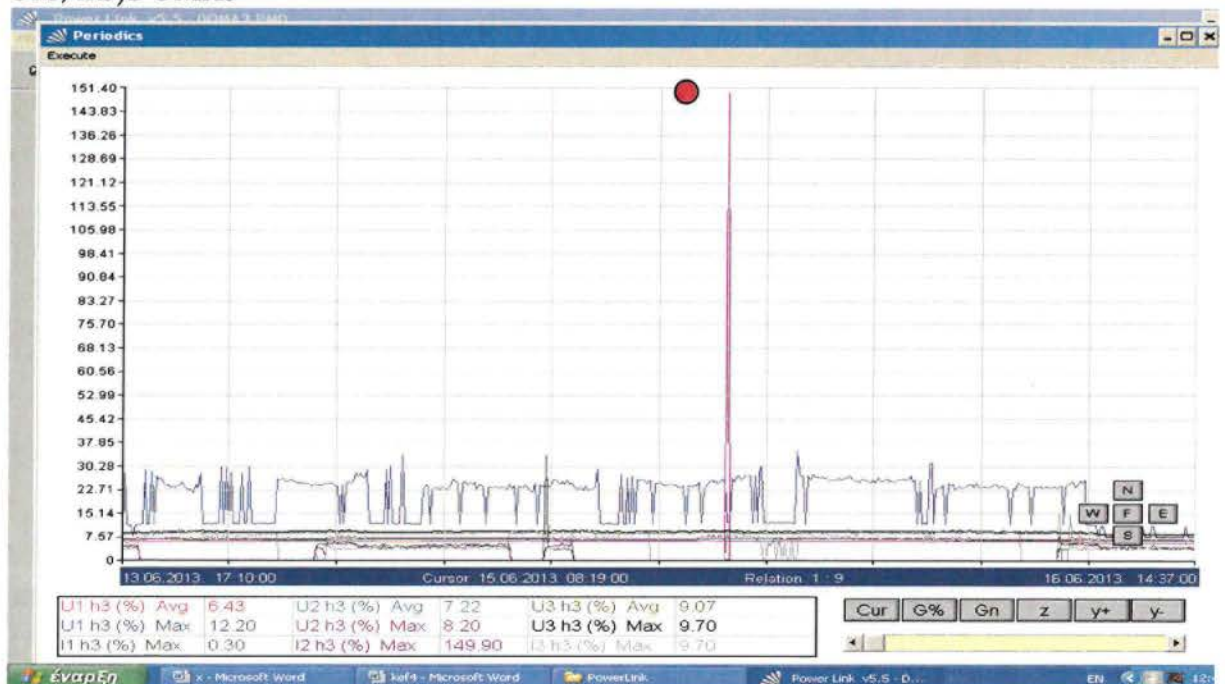
Εικόνα 4.2 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2) DOMA3



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

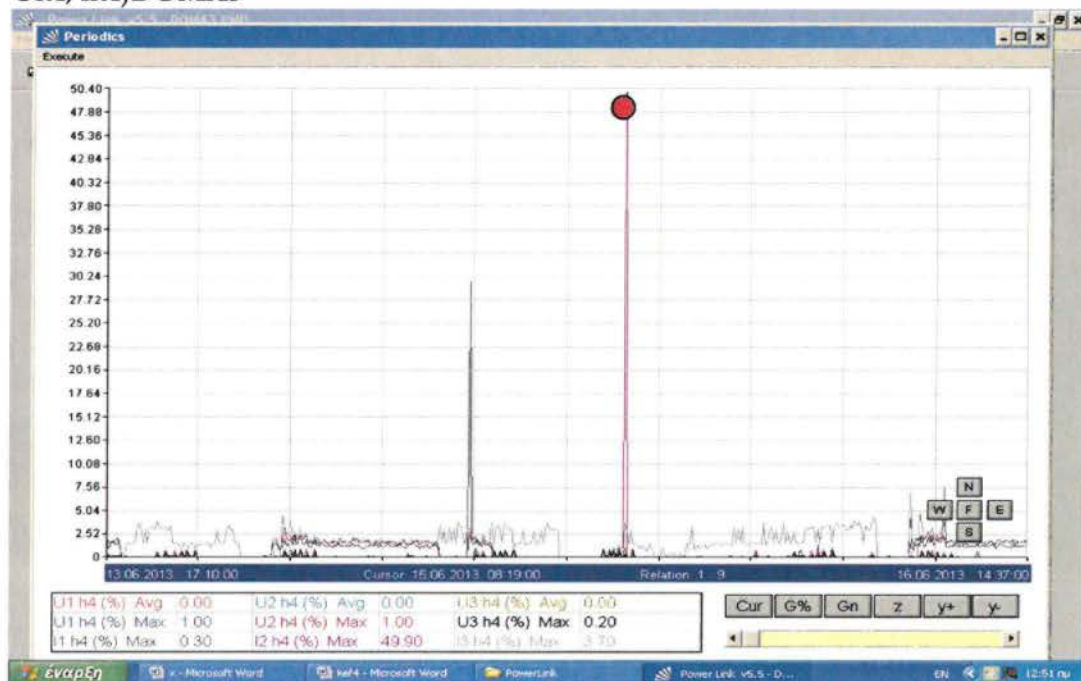
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.3 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)DOMA3



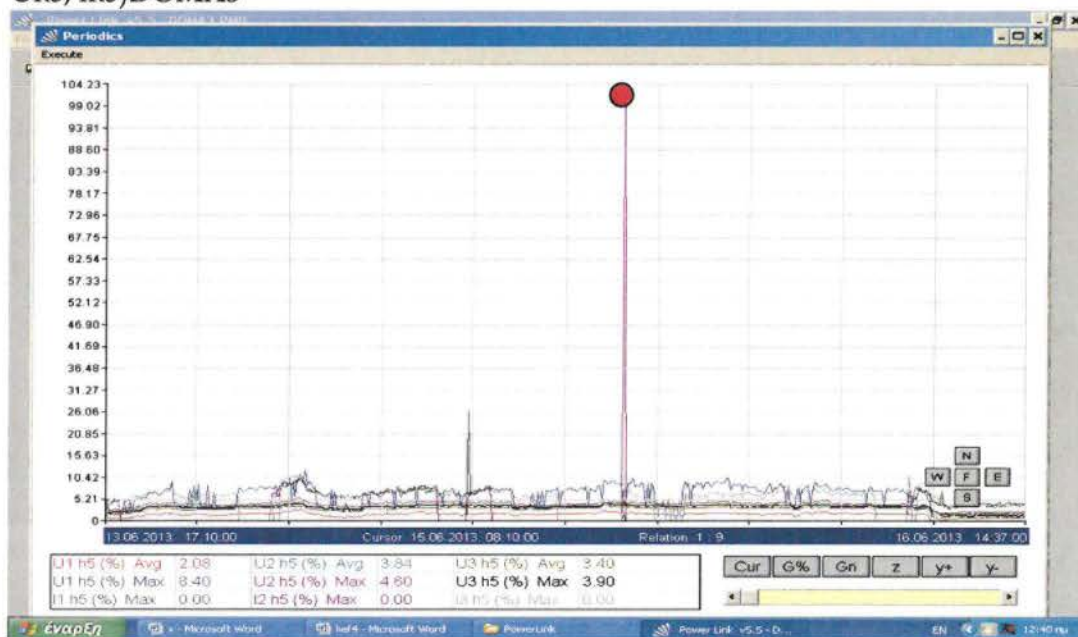
(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.4 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)DOMA3



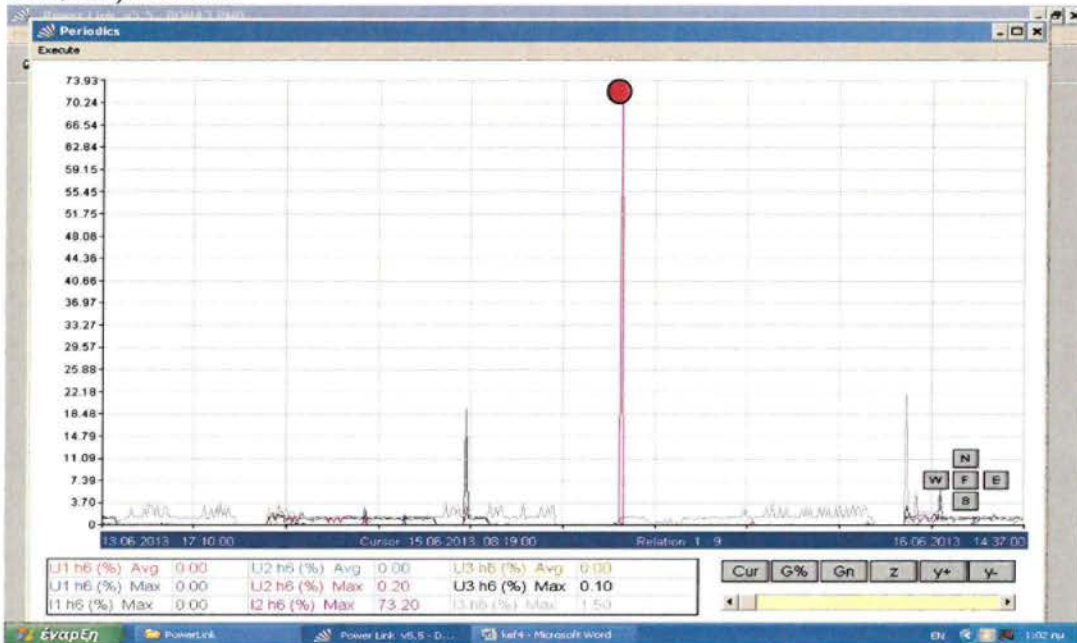
(d) Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.5 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)DOMA3



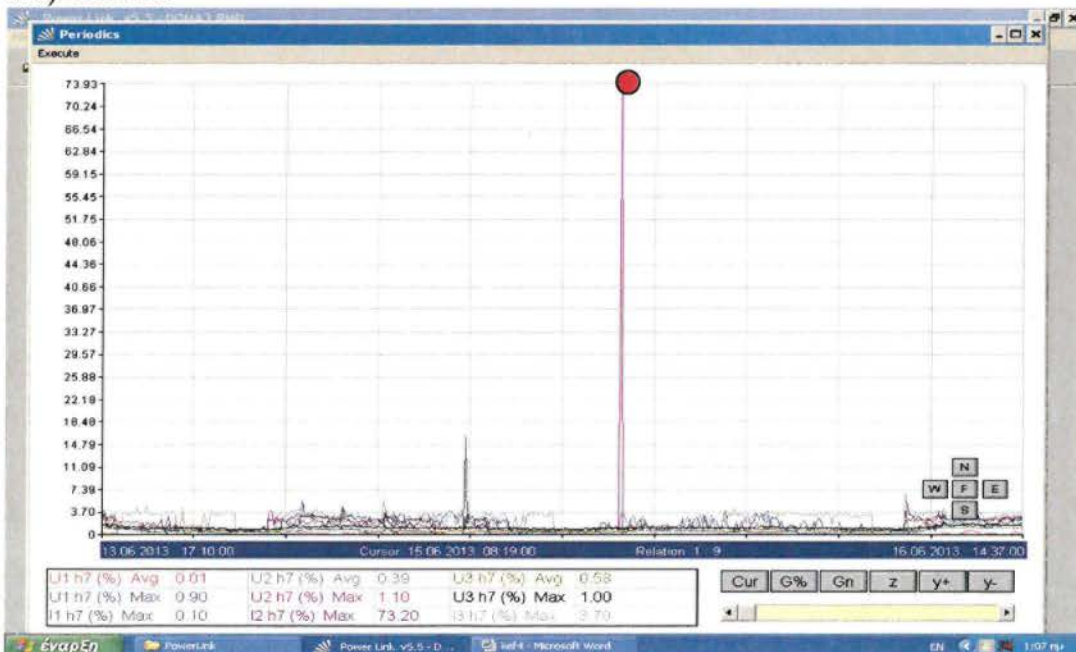
(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.6 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)DOMA3



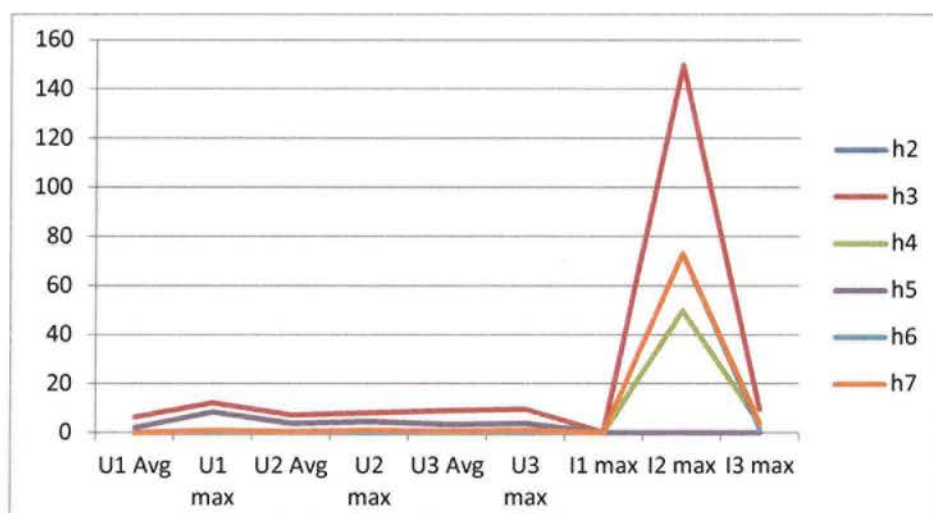
(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.7 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)DOMA3



Πίνακας 4.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα **DOMA3** Αθηναϊκής Κλινικής

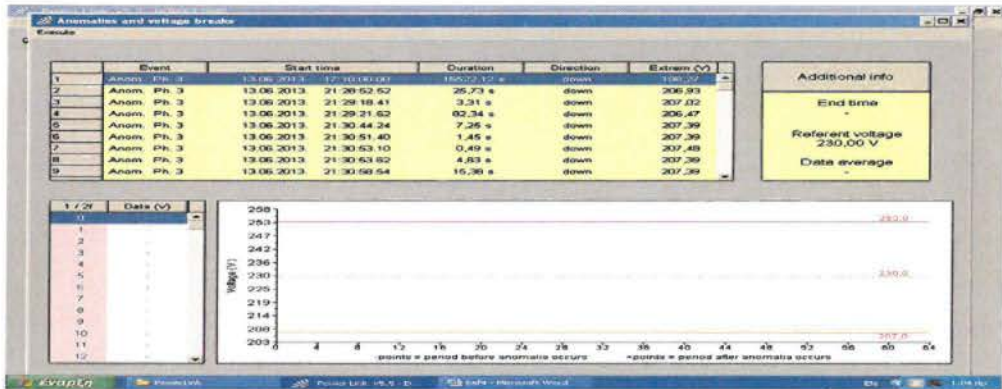
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0
h3	6,43	12,2	7,22	8,2	9,07	9,7	0,3	149,9	9,7
h4	0	1	0	1	0	0,2	0,3	49,9	3,7
h5	2,08	8,4	3,84	4,6	3,4	3,9	0	0	0
h6	0	0	0	0,2	0	0,1	0	73,2	1,5
h7	0,01	0,9	0,4	1,1	0,6	1	0,1	73,2	3,7



Γράφημα 4.1 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα **DOMA3**

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h3, h4, h6, h7 στο ρεύμα I2 (max).

Εικόνα 4.8 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) **DOMA3**



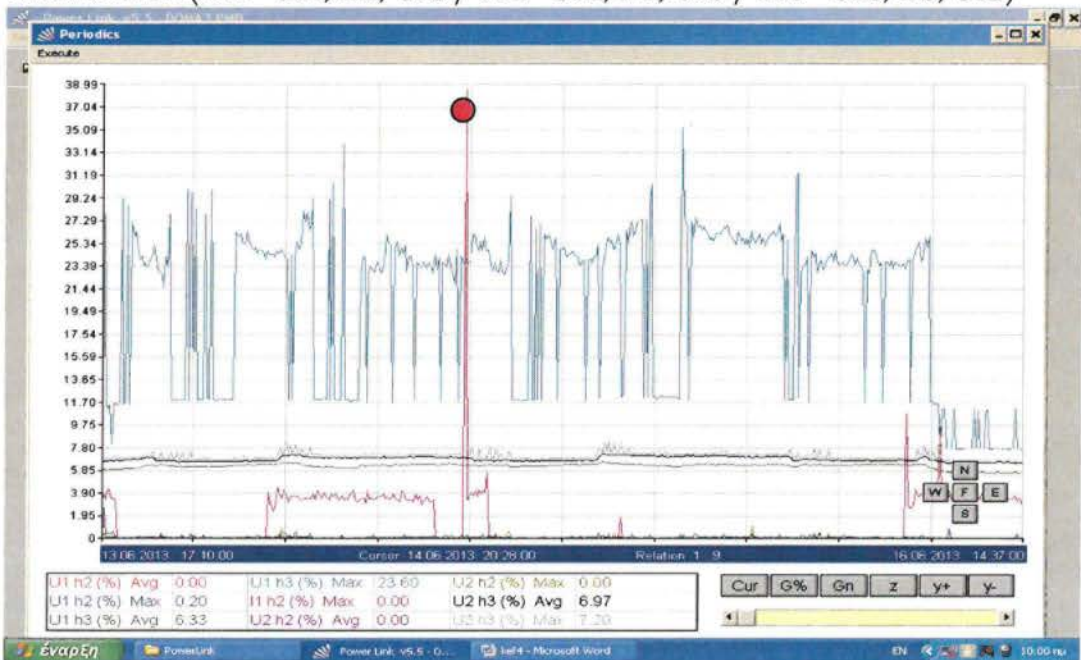
Μακτιμή: 253,0 V

Αverage τιμή: 230,0 V

Min τιμή: 207,0 V

2170 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

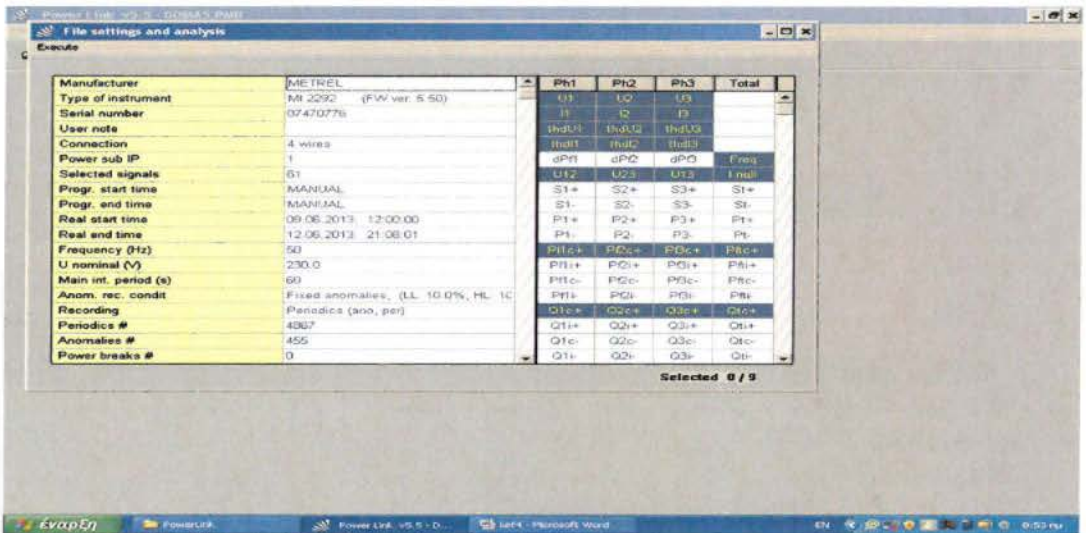
Εικόνα 4.9Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)



Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (6-7%) στην τάση U1, U2 στην h3 αρμονική.

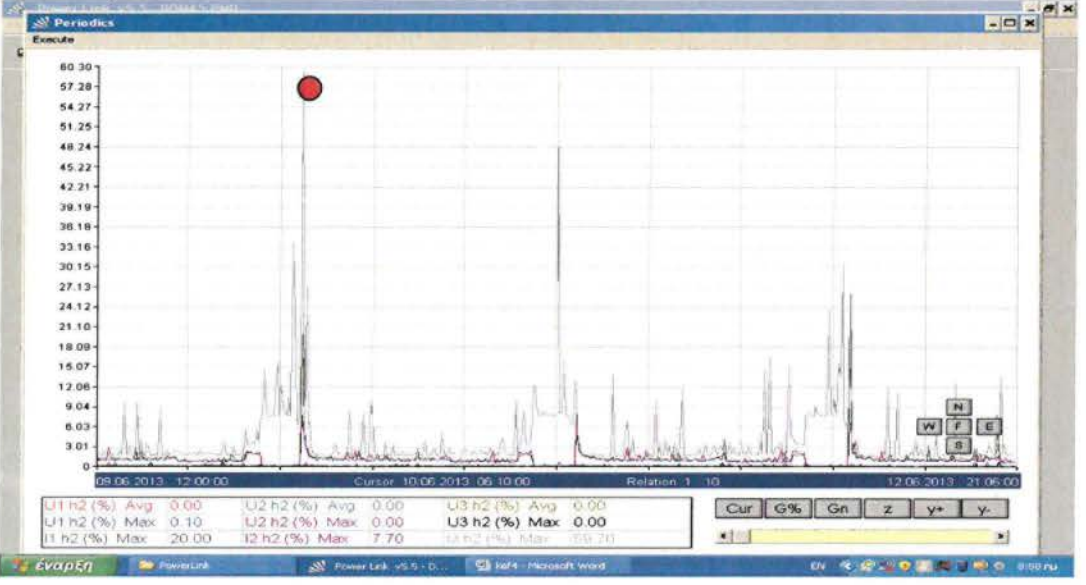
- **DOMA5** (Δώμα 5^{ου} ορόφου)
- **PERIODICS**: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (9/6/13 | 12.00:00 - 12/6/13 | 21.08:01)

Εικόνα 4.10 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα DOMA5



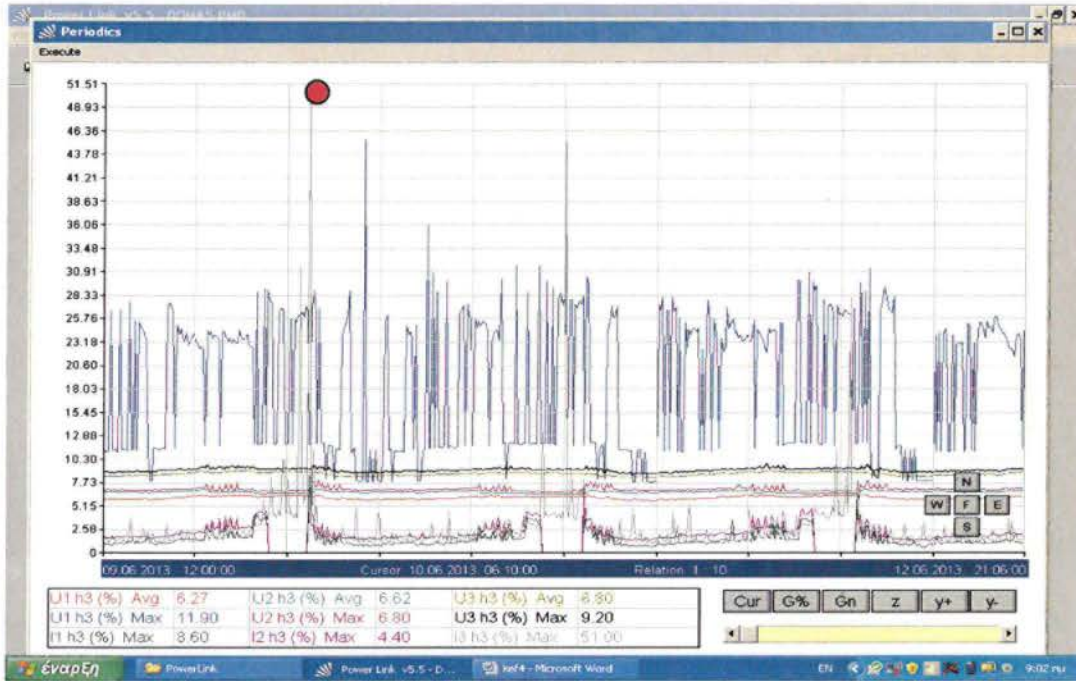
(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.11 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)DOMA5



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

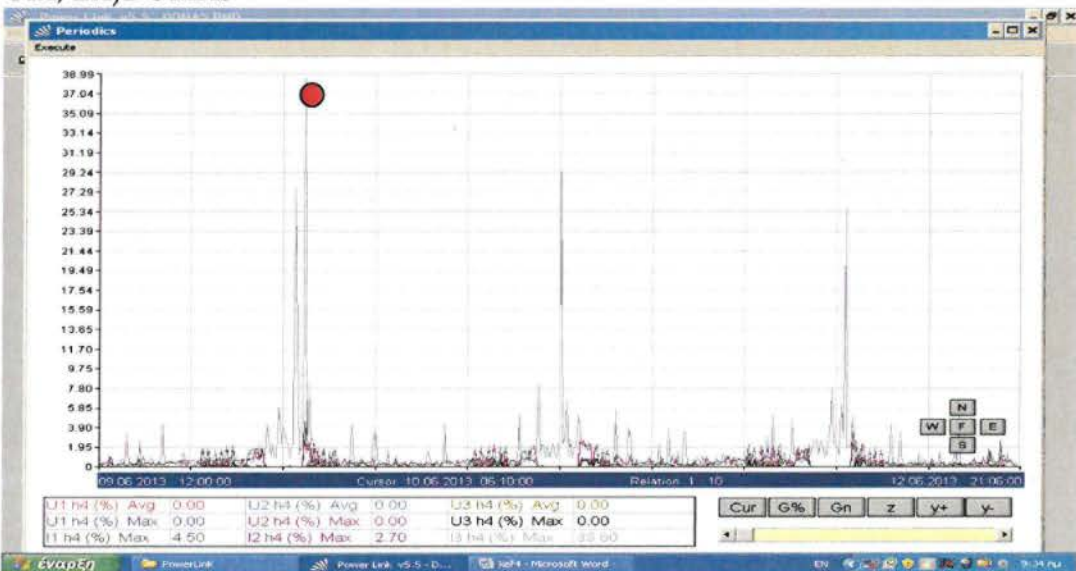
Εικόνα 4.12 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)DOMA5



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

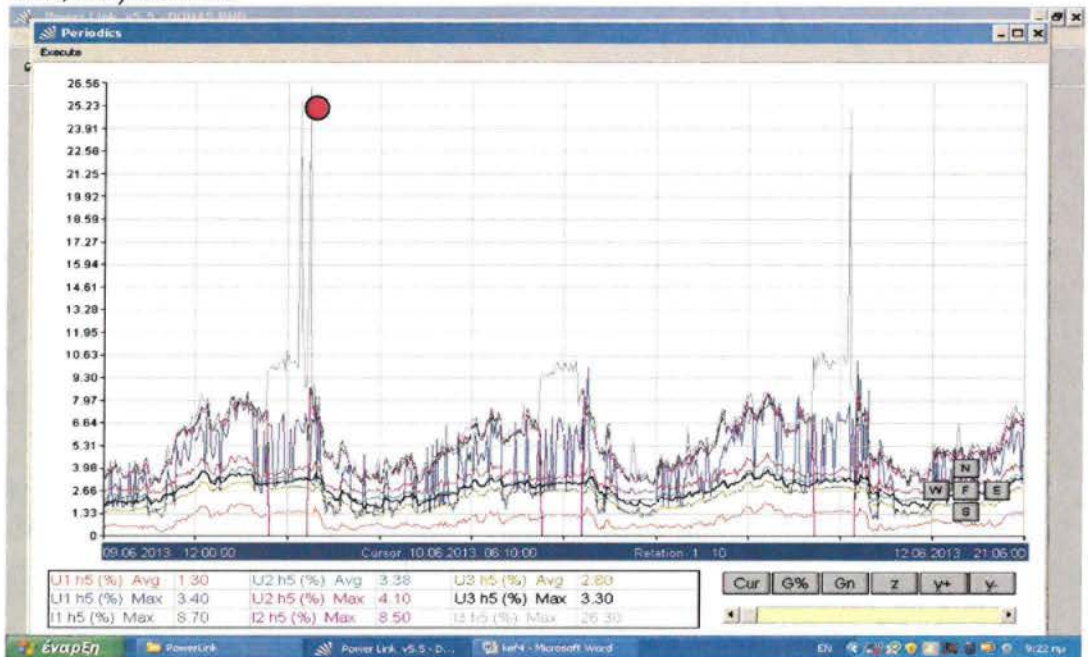
Εικόνα 4.13 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)DOMA5



(d) Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

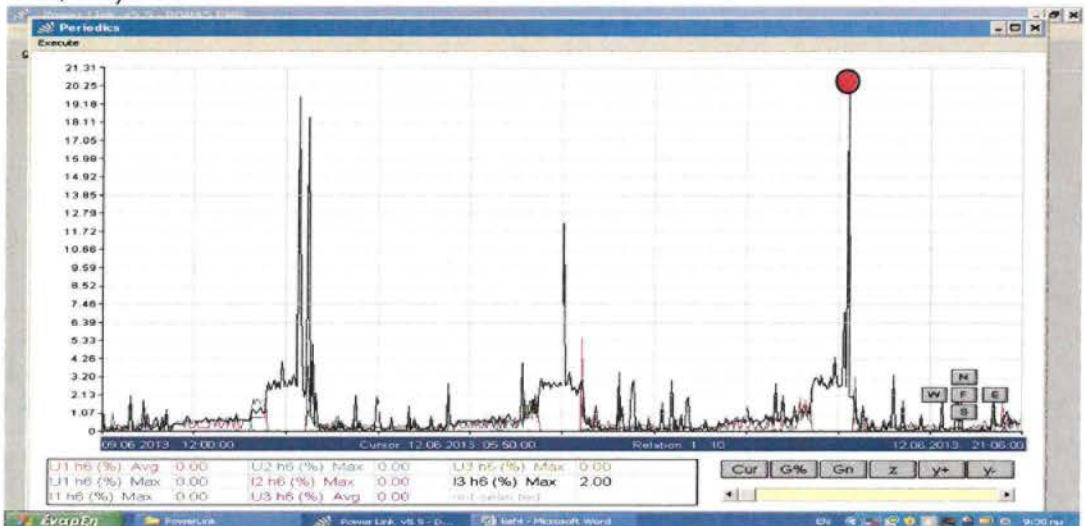
Εικόνα 4.14 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)DOMA5



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

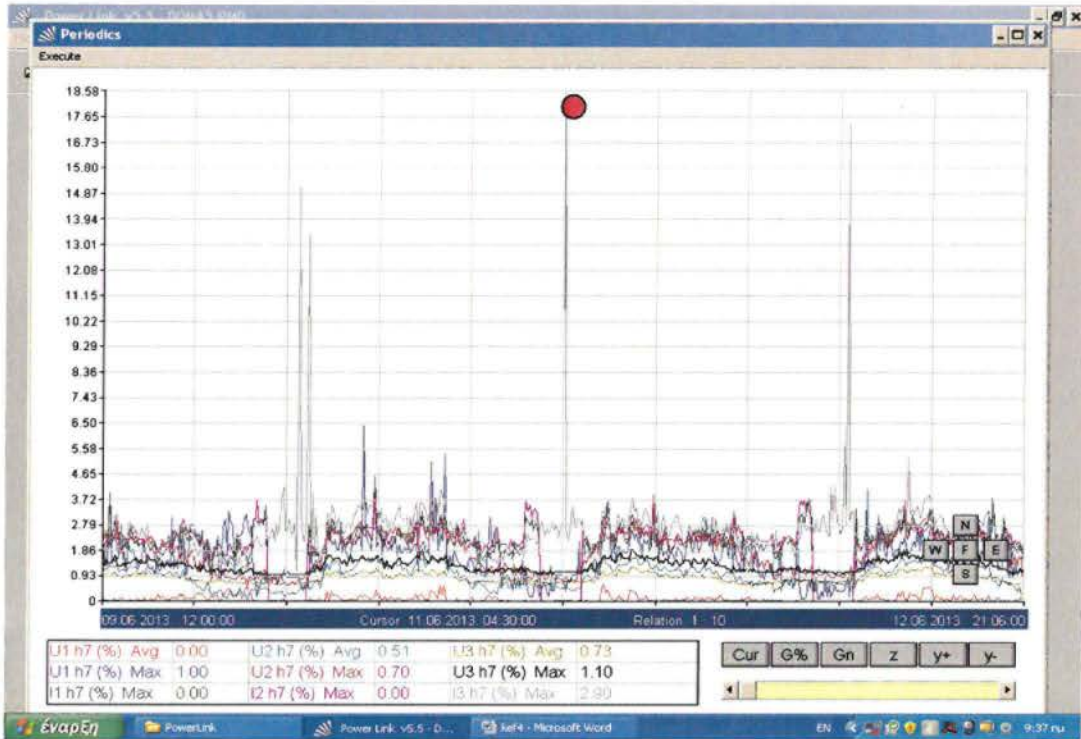
Εικόνα 4.15 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)DOMA5



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

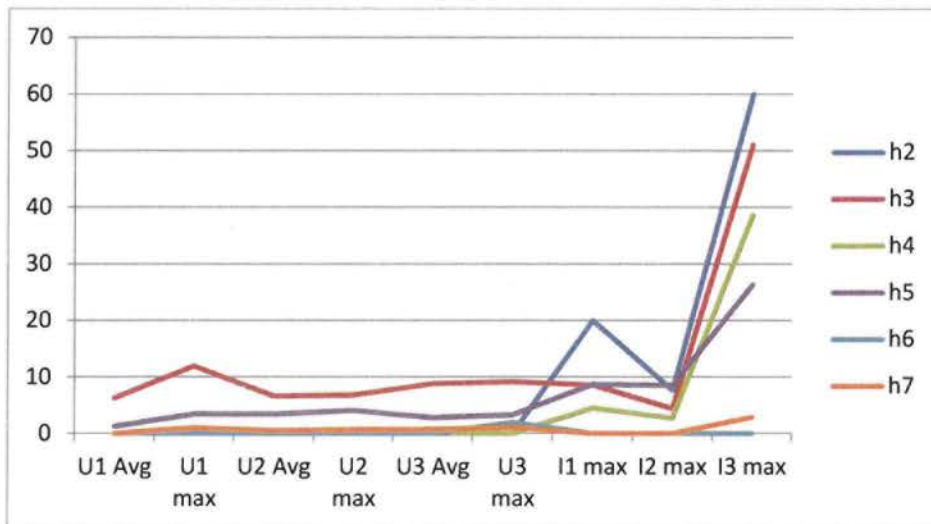
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.16 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)DOMA5



Πίνακας 4.3 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα DOMA5 Αθηναϊκής Κλινικής

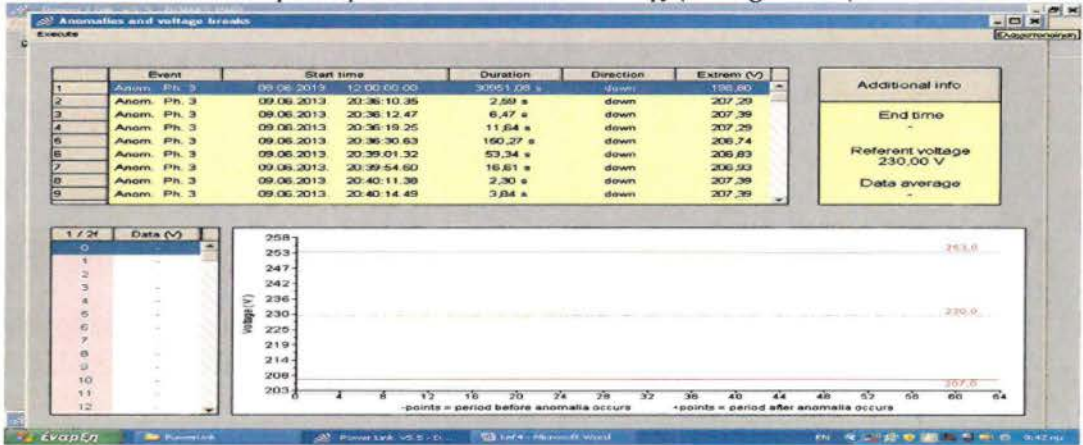
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0	0	0	0	0	20	7,7	60
h3	6,3	11,9	6,6	6,8	8,8	9,2	8,6	4,4	51
h4	0	0	0	0	0	0	4,5	2,7	38,6
h5	1,3	3,4	3,4	4,1	2,8	3,3	8,7	8,5	26,3
h6	0	0	0	0	0	2	0	0	0
h7	0	1	0,5	0,7	0,73	1,1	0	0	2,9



Γράφημα 4.2 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα DOMA5

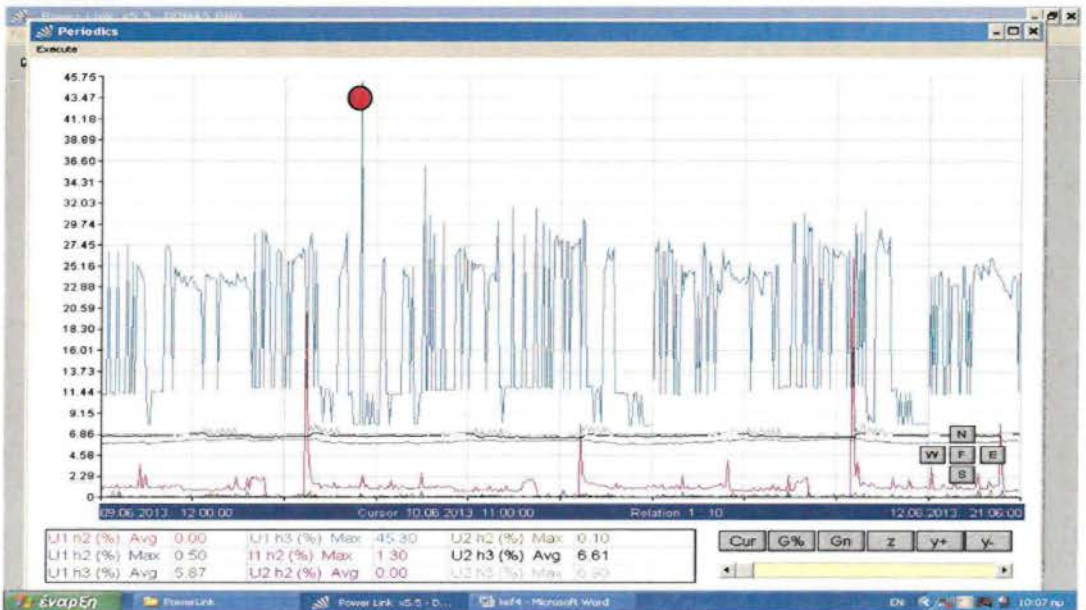
Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2,h3, h4, h5στα ρεύματα I3 (max)& I1 (h2), και τάση U1 (max) στην αρμονική h3.

Εικόνα 4.17 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) DOMA5



Μακτιμή: 253,0 V
 Αveragesτιμή: 230,0 V
 Μίν τιμή: 207,0 V
 455 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.18Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3) DOMA5

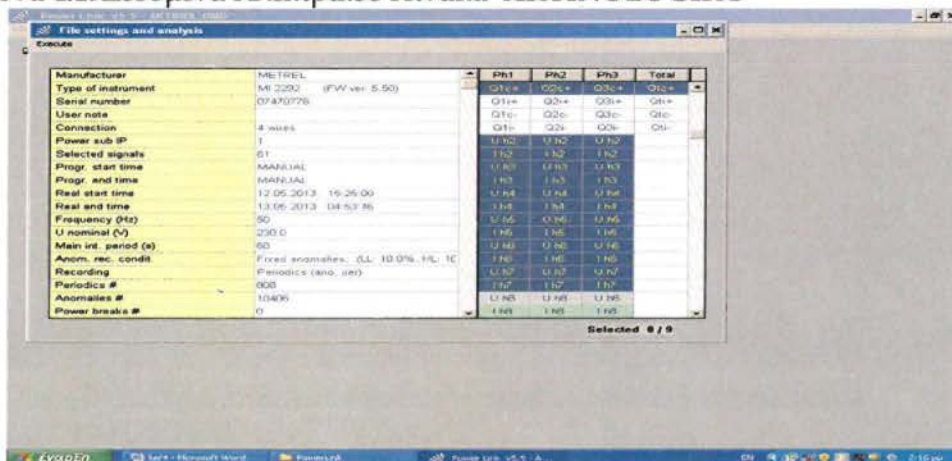


Παρατηρούμε, παραμόρφωση που ποικίλει (0,50-45,3%) στην τάση U1, U2 στην h2 &h3 αρμονική, με υψηλότερη την U1h3 (max): 45,3%.

- **ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ (Ακτινολογικό)**

- *PERIODICS*: ανάλυσηπεριοδικώντιμώντωνσημάτων (12/5/13 | 15.25:00 – 13/5/13 | 4.53:46)

Εικόνα 4.19 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα **ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

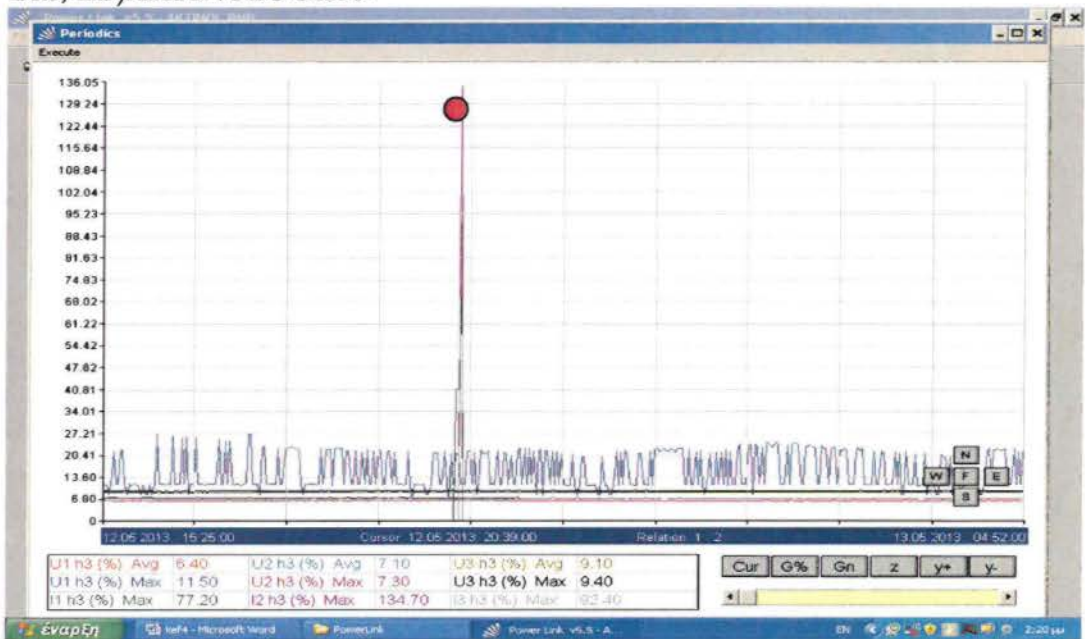
Εικόνα 4.20 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2) **ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.21 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)AKTINOLOGIKO



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

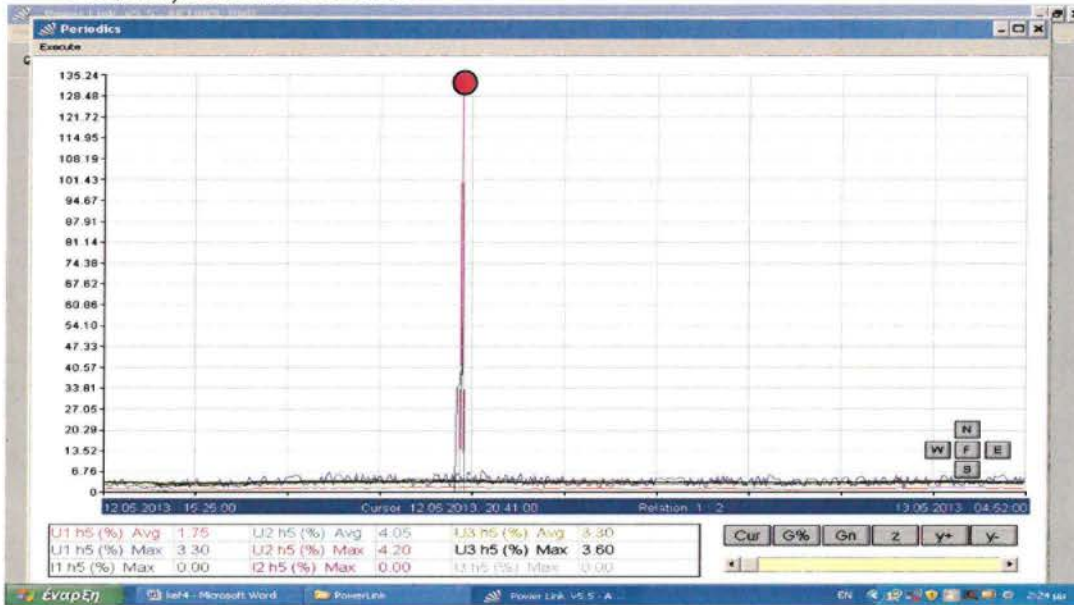
Εικόνα 4.22 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)AKTINOLOGIKO



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.23 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)AKTINOLOGΙΚΟ



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

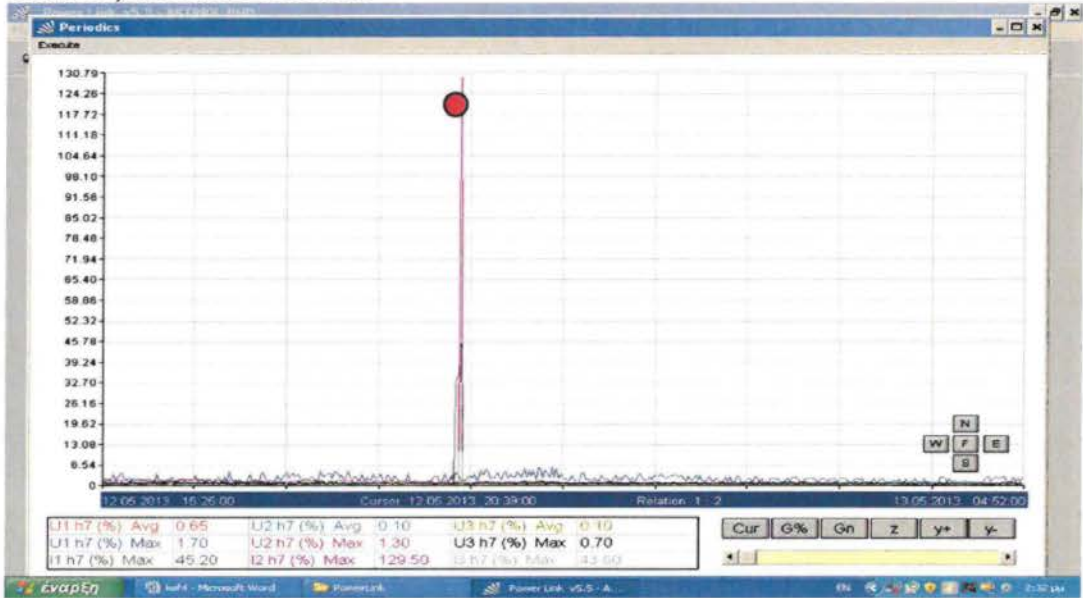
Εικόνα 4.24 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)AKTINOLOGΙΚΟ



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

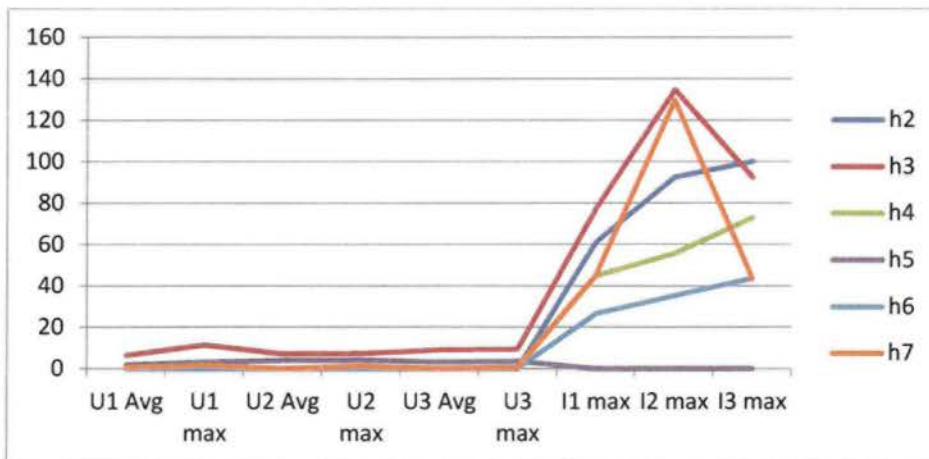
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.25 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)AKTINOLOGΙΚΟ



Πίνακας 4.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΑθηναϊκής Κλινικής

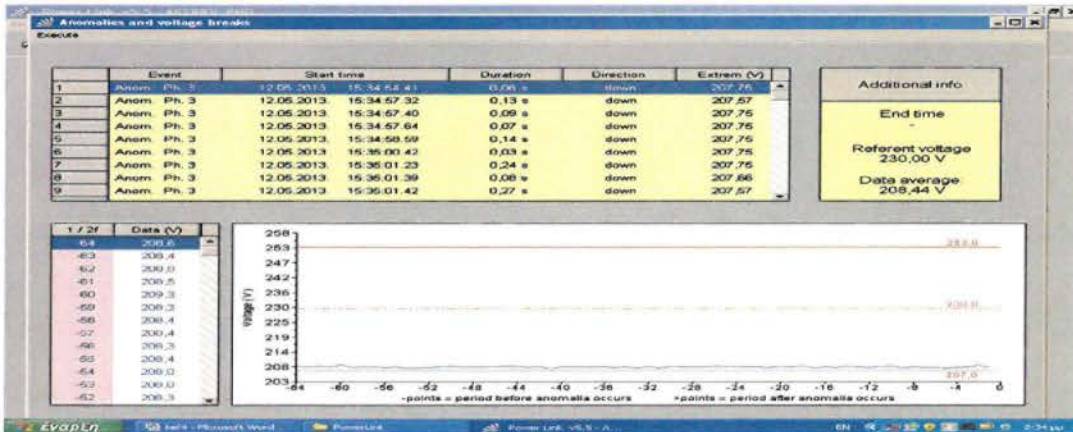
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0	0	0	0	0	61	92,5	100,2
h3	6,4	11,5	7,1	7,3	9,1	9,4	77,2	134,7	92,4
h4	0	0	0	0	0	0	44,7	55,7	73
h5	1,75	3,3	4,05	4,2	3,3	3,6	0	0	0
h6	0	0	0	0	0	0,1	26,6	35,3	43,7
h7	0,65	1,7	0,1	1,3	0,1	0,7	45,2	129,5	43,6



Γράφημα 4.3 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h3, h4, h6, h7 στα ρεύματα I1,I2,I3 (max), με εξαίρεση την h5 που έχει ελάχιστη. Οι αρμονικές h3, h7 έχουν μία πτώση στο I3 (max).

Εικόνα 4.26 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak)
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ



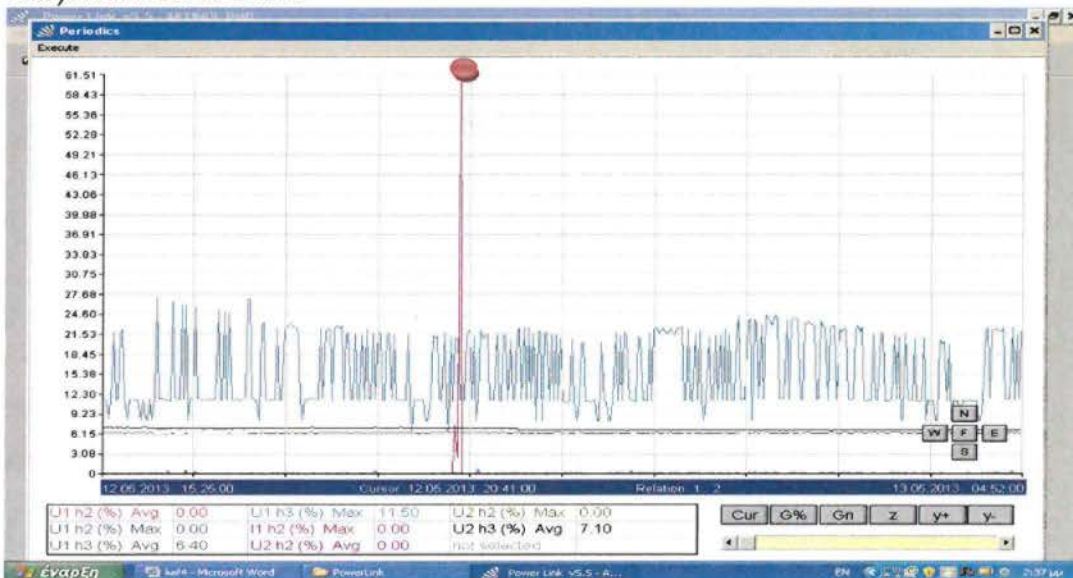
Μαχητή: 253,0 V

Αverageμή: 230,0 V

Μin τιμή: 207,0 V

10406 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.27Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

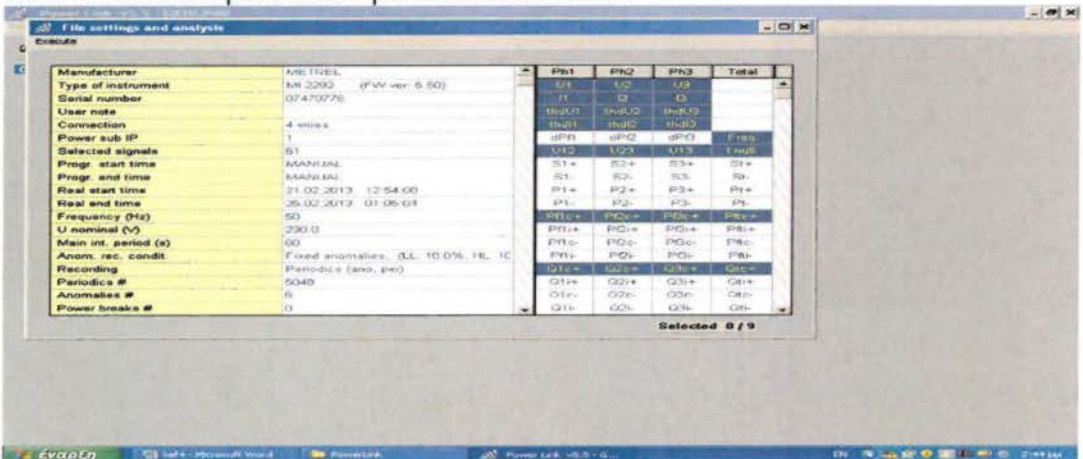


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (6-11,5%) στην τάση U1, U2 στην h32 &h3 αρμονική. Η μεγαλύτερη τιμή είναι στην U1h3 (max): 11,5%.

- GXER (Γενικό Χειρουργείο)

- *PERIODICS*: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (13/6/13 | 17.10:01 - 16/6/13 | 14.39:01)

Εικόνα 4.28 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα GXER



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

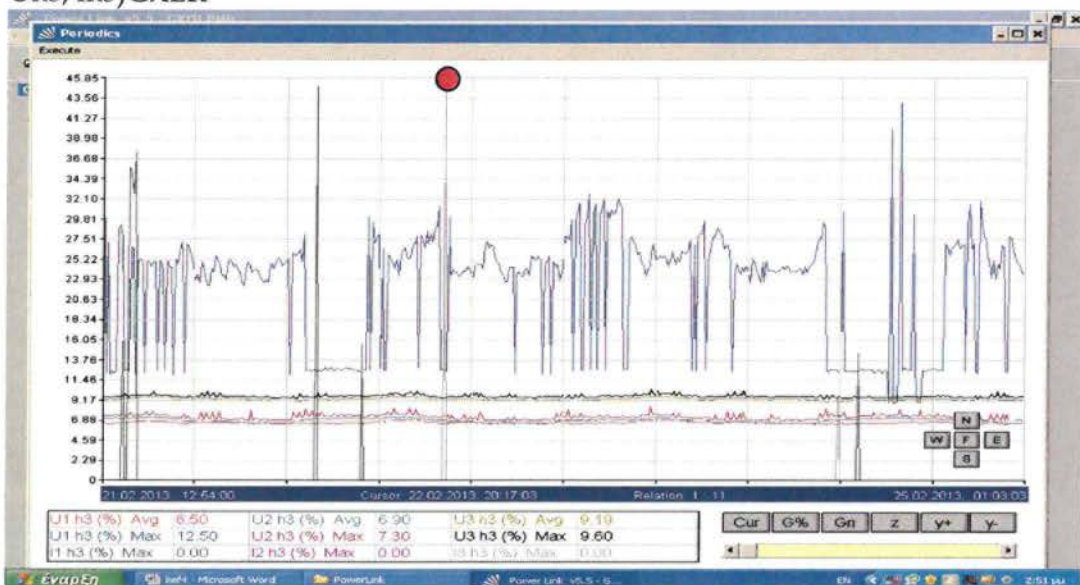
Εικόνα 4.29 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2) GXER



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

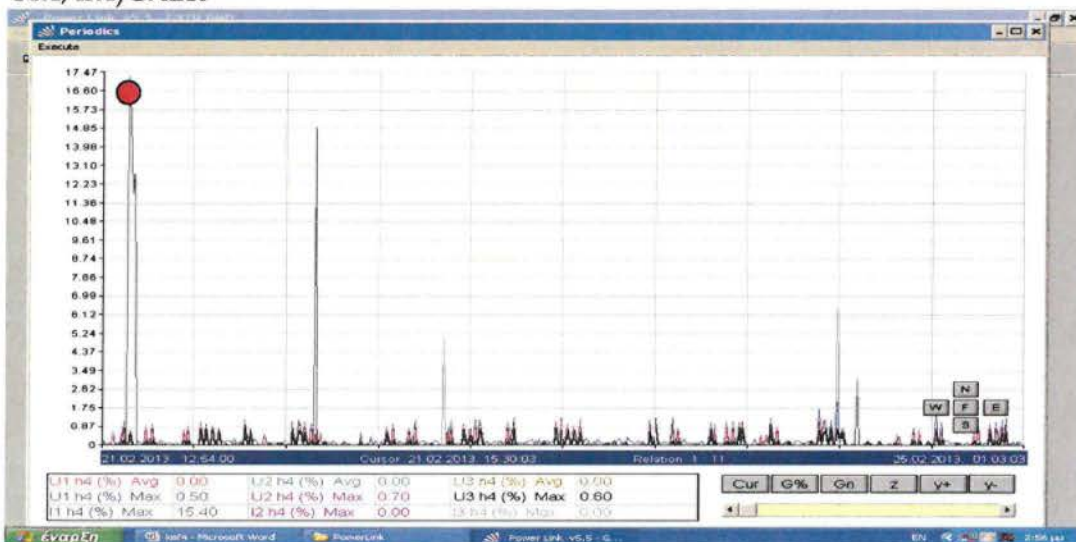
Εικόνα 4.30 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)GXER



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

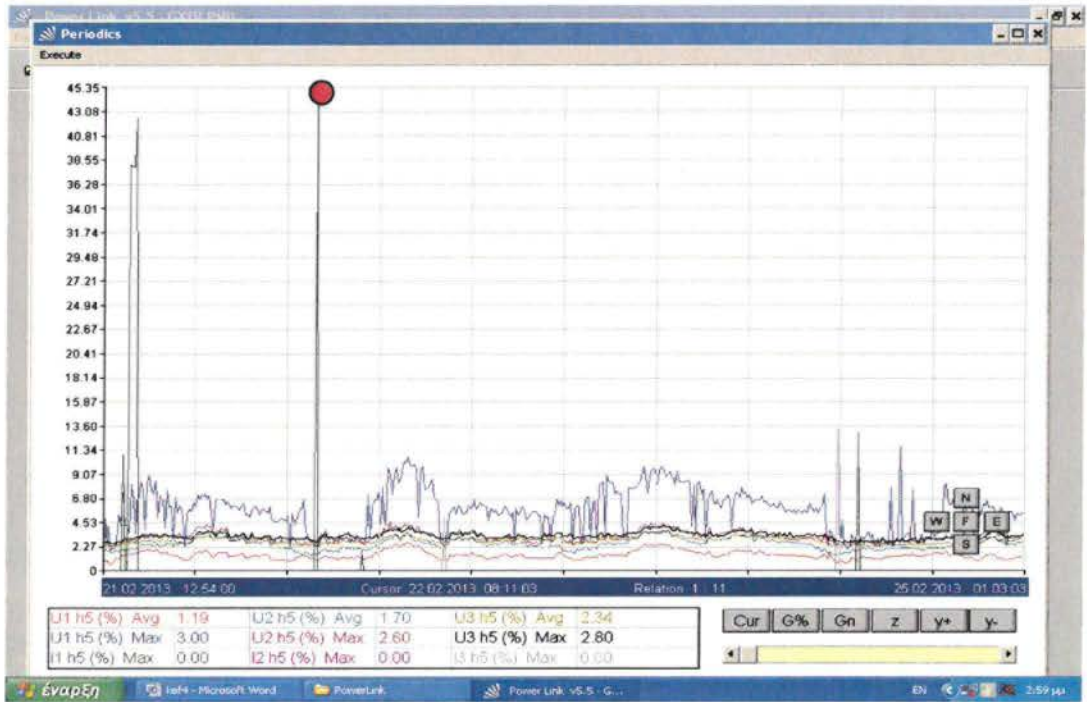
Εικόνα 4.31 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)GXER



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

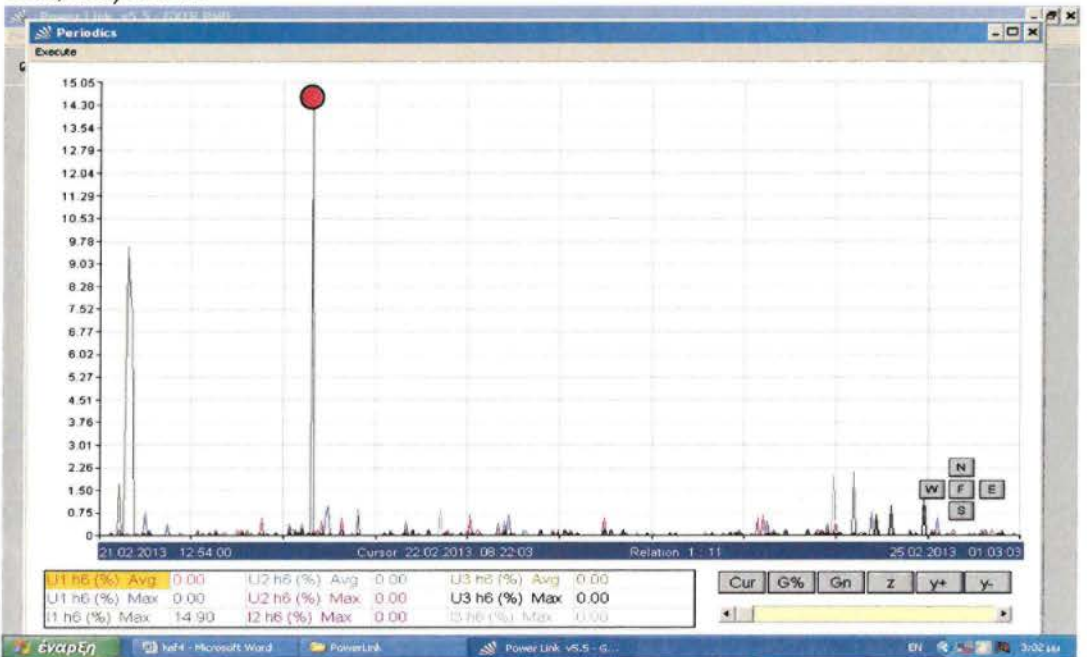
Εικόνα 4.32 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)GXER



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

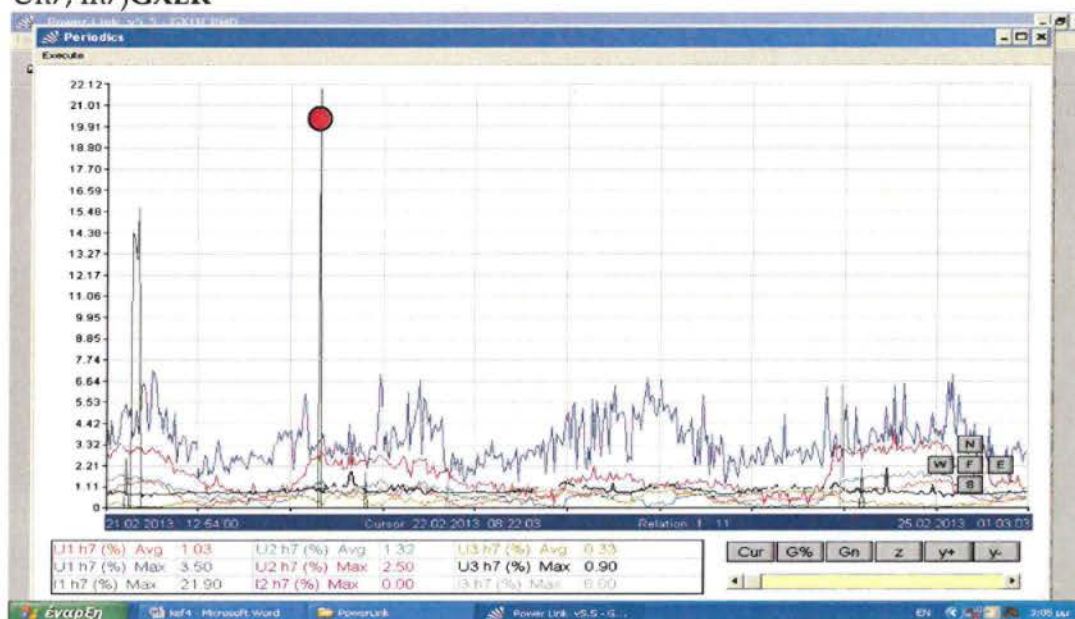
Εικόνα 4.33 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)GXER



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

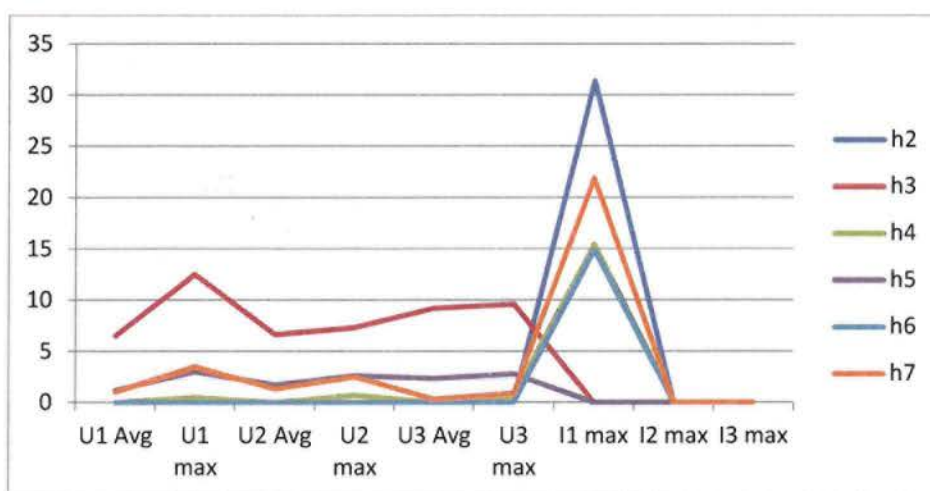
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.34 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)GXER



Πίνακας 4.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα GXERAθηναϊκής Κλινικής

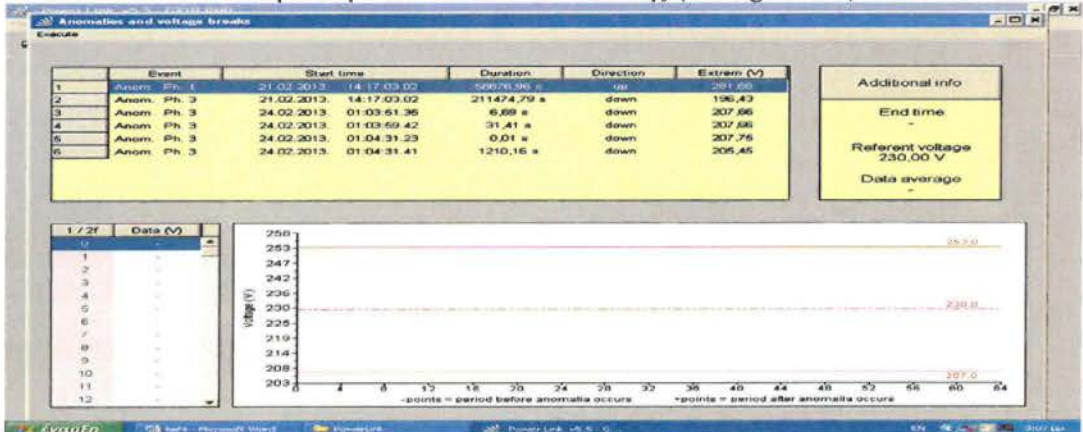
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,1	0	0	0	0	31,4	0	0
h3	6,5	12,5	6,6	7,3	9,2	9,6	0	0	0
h4	0	0,5	0	0,7	0	0,6	15,4	0	0
h5	1,2	3	1,7	2,6	2,35	2,8	0	0	0
h6	0	0	0	0	0	0	14,9	0	0
h7	1,03	3,5	1,32	2,5	0,3	0,9	21,9	0	0



Γράφημα 4.4 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα GXER

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h4,h6,h7 στο ρεύμα I1,(max) και στις τάσεις U,U2,U3, στην αρμονική h3, και λιγότερο στην αρμονική h5.

Εικόνα 4.35 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) GXER



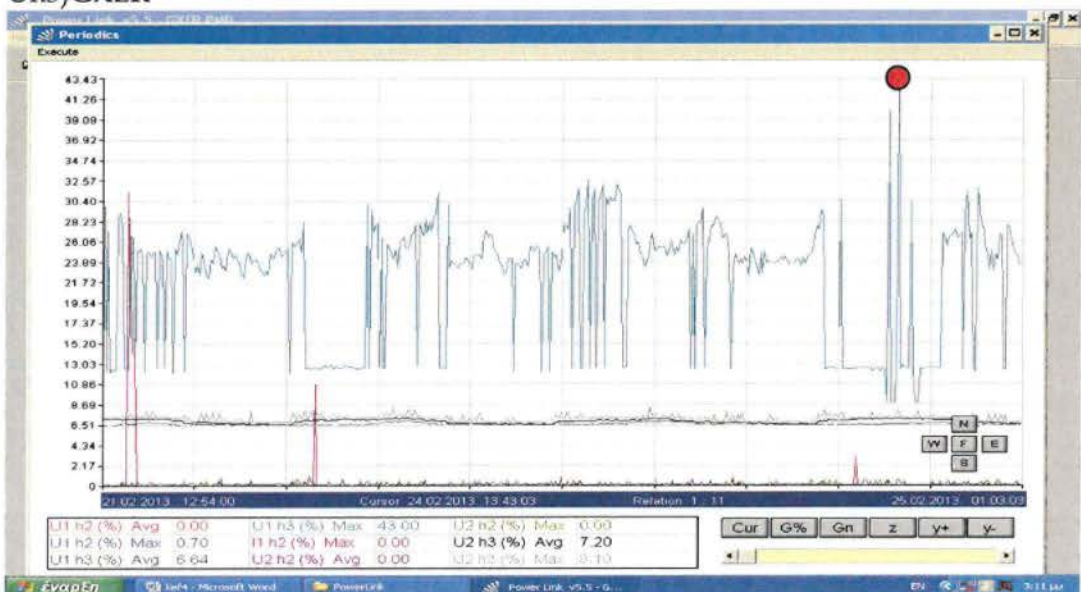
Μακτιμή: 253,0 V

Αverage τιμή: 230,0 V

Μin τιμή: 207,0 V

6 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.36Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)GXER

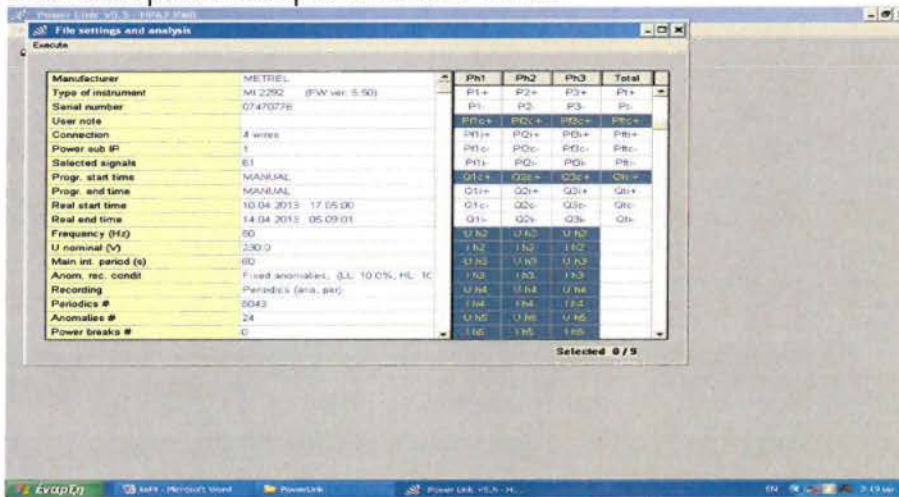


Παρατηρούμε, παραμόρφωση (0,7-43%) στην τάση U1, U2 στην h3 αρμονική με ψηλότερη τιμή την U1h3(max): 43%.

- **HPA2 (ΗΛ. Πιν. Ανάγκης 2^{ου} ορόφου)**

- *PERIODICS*: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (13/6/13 | 17.10:01 - 16/6/13 | 14.39:01)

Εικόνα 4.37 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα **HPA2**



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.38 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)HPA2



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

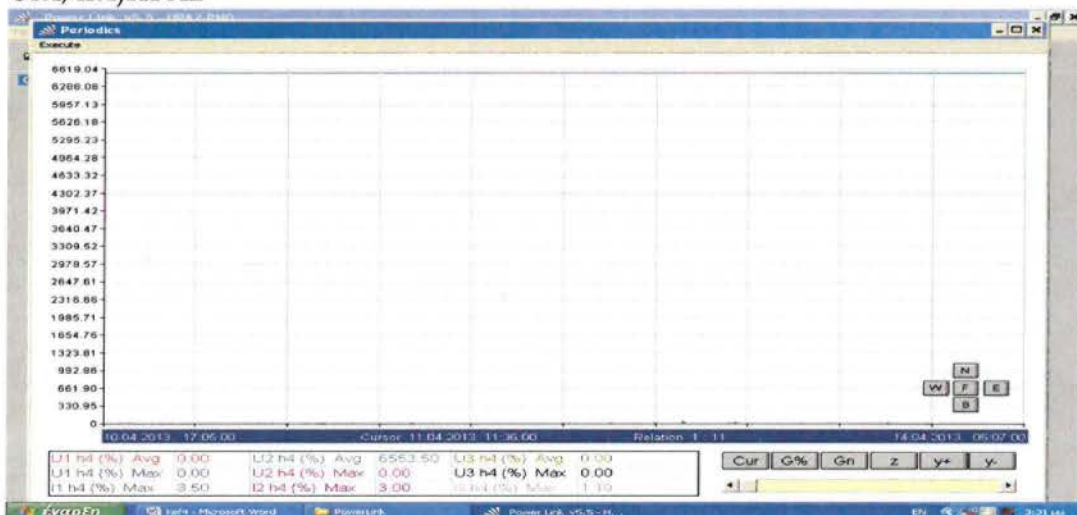
Εικόνα 4.39 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)HPA2



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

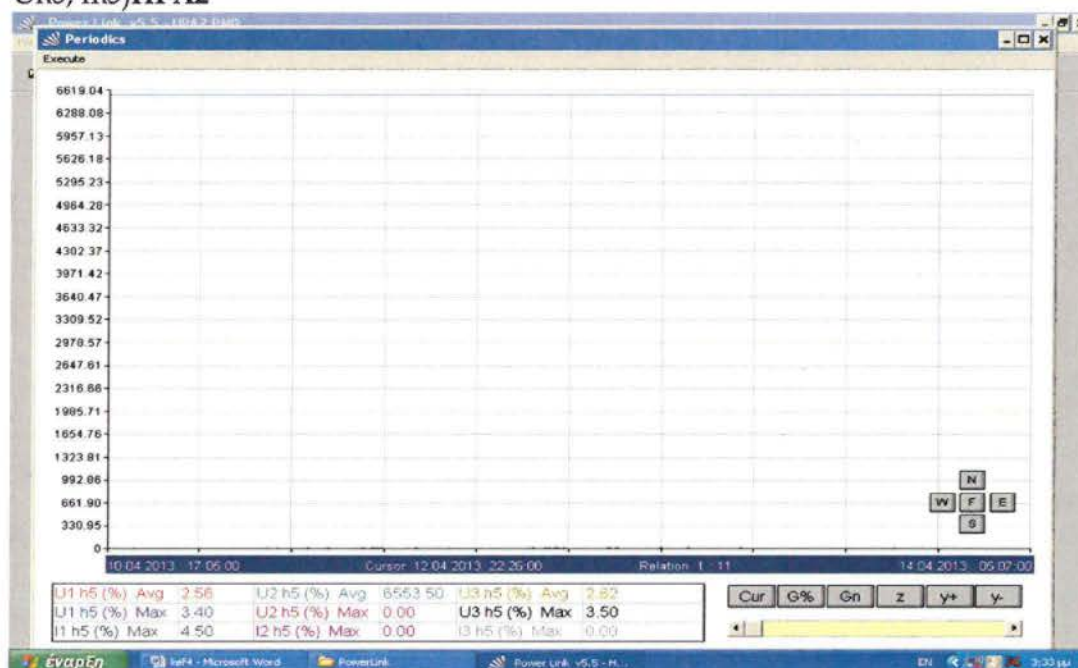
Εικόνα 4.40 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)HPA2



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

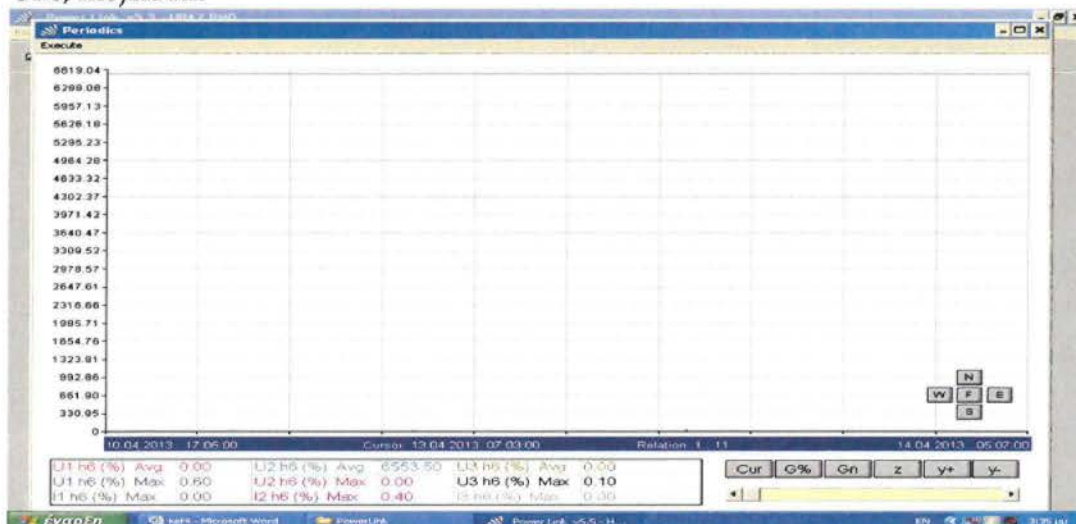
Εικόνα 4.41 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)HPA2



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.42 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)HPA2



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

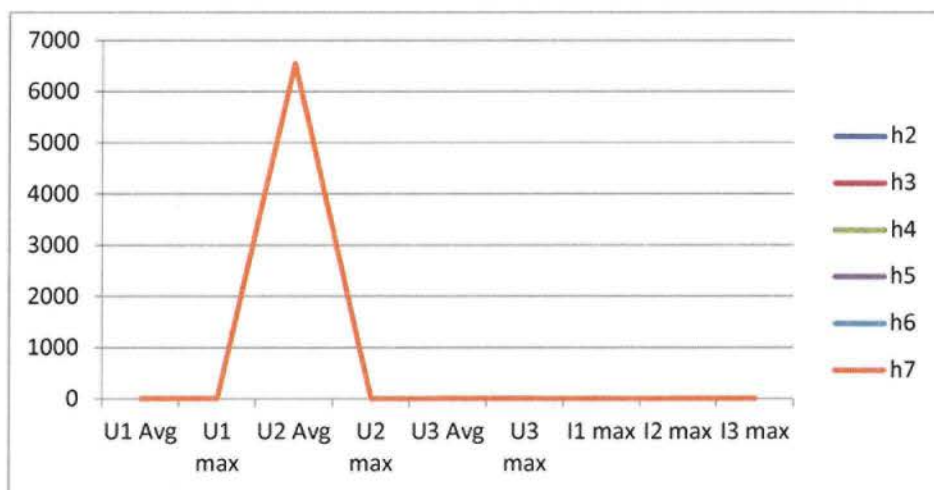
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.43 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)HPA2



Πίνακας 4.6 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΗΡΑ2 Αθηναϊκής Κλινικής

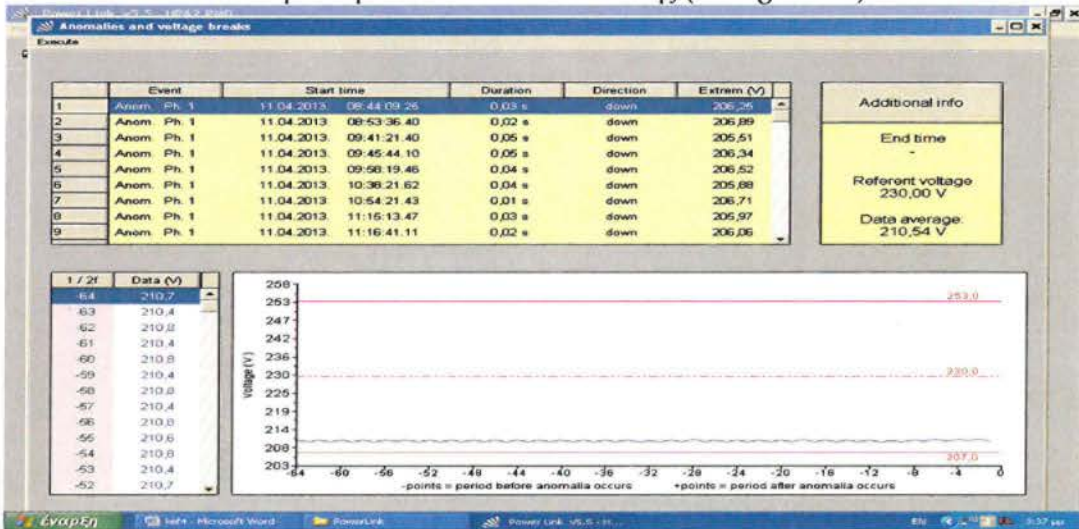
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0	6553,5	0	0	0,1	0	0	0
h3	7,5	7,9	6553,5	0	8,3	8,7	0	0	0
h4	0	0	6553,5	0	0	0	8,5	3	1,1
h5	2,56	3,4	6553,5	0	2,8	3,5	4,5	0	0
h6	0	0	6553,5	0	0	0,1	0	0,4	0
h7	1,56	3,6	6553,5	0	0,6	1,3	3,7	8,7	6,2



Γράφημα 4.5 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα HPA2

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές για την τάση U2 (Avg).

Εικόνα 4.44 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak)HPA2



Μακτιμή: 253,0 V

Αverage τιμή: 230,0 V

Μin τιμή: 207,0 V

24 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.45Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3) HPA2

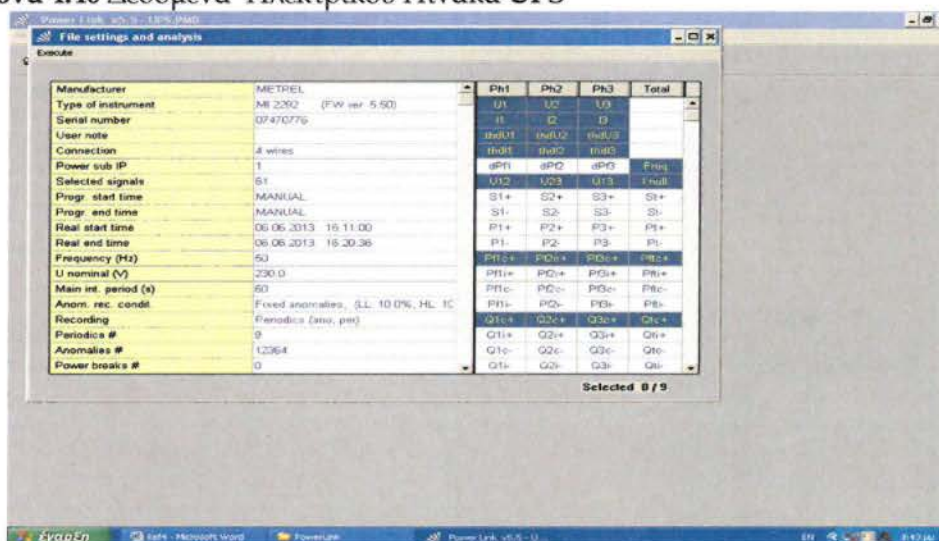


Παρατηρούμε, ότι δεν υπάρχει καμμία παραμόρφωση σε καμμία αρμονική.

- UPS (Ηλ. Πιν. UPS)

- PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (6/6/13 | 16.11:00 – 6/6/13 | 16.20:36)

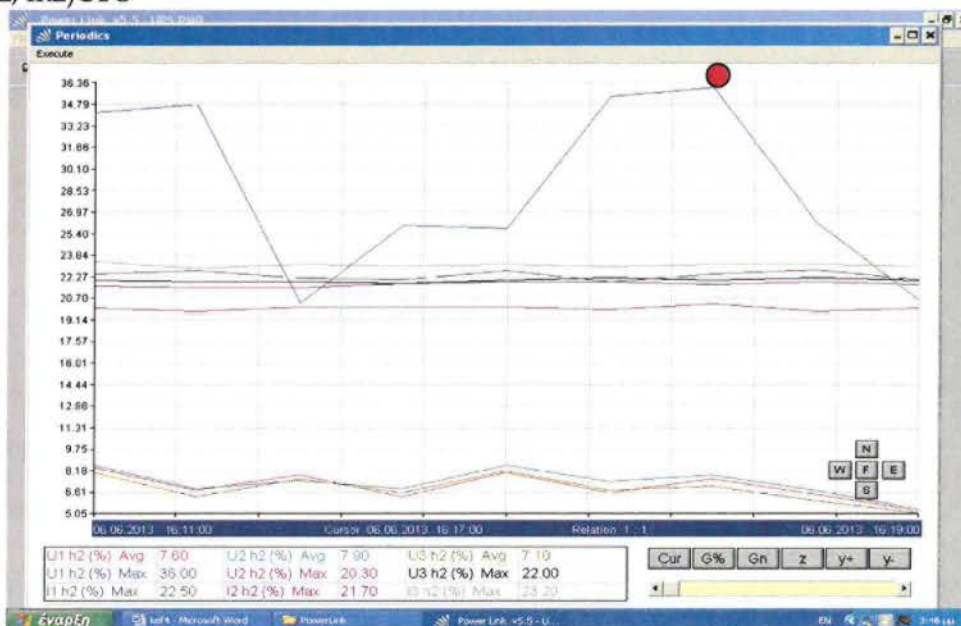
Εικόνα 4.46 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα UPS



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:
 (a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.47 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)UPS



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

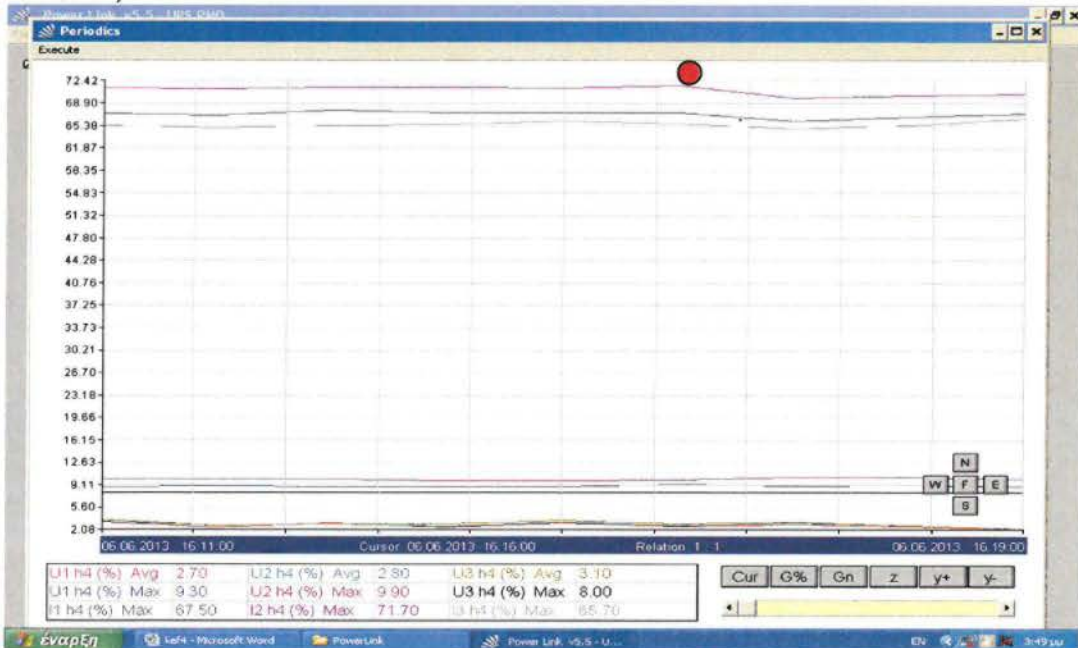
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.48 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)UPS



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

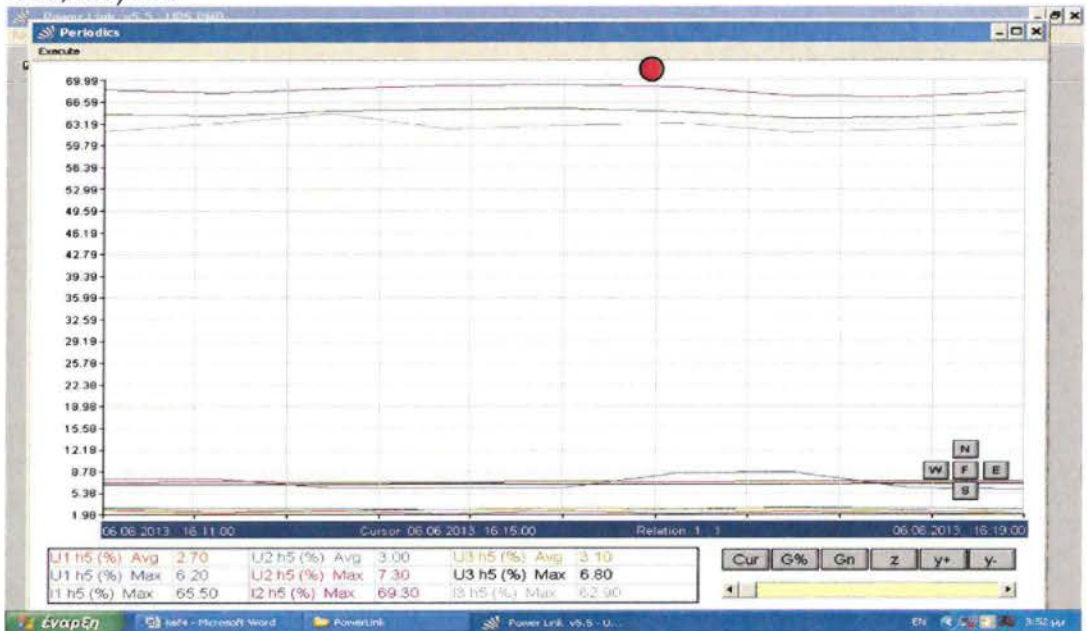
Εικόνα 4.49 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)UPS



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5

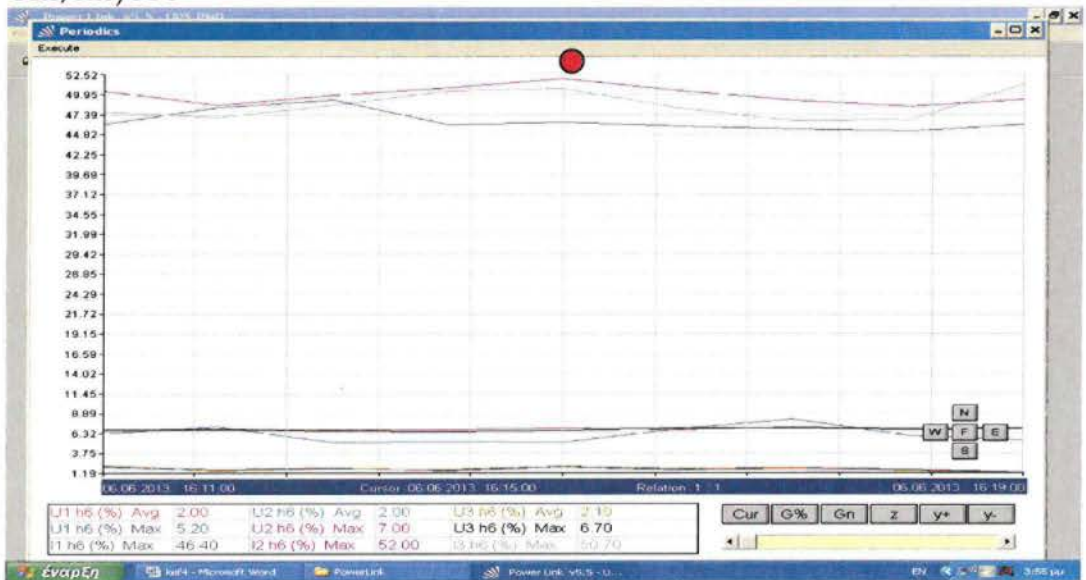
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.50 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)UPS



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.51 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)UPS



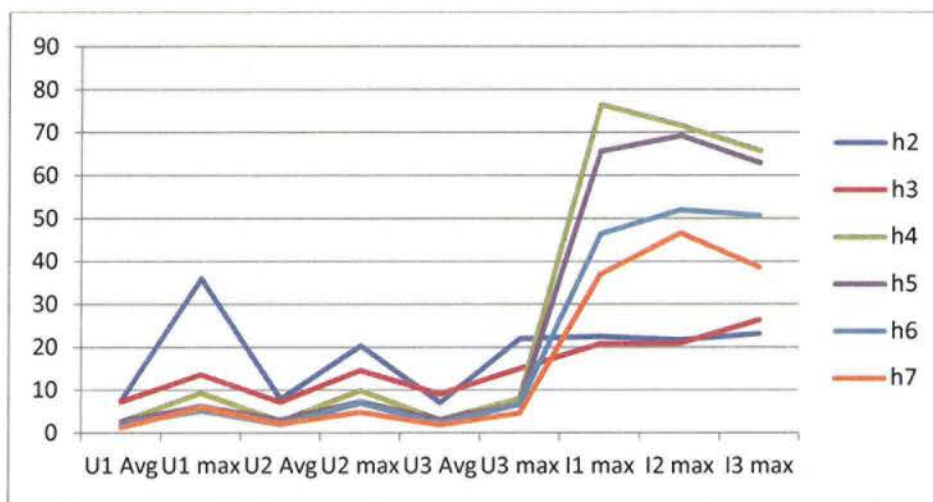
(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.52 Ανάλυση τριών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)UPS



Πίνακας 4.7 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα UPSΑθηναϊκής Κλινικής

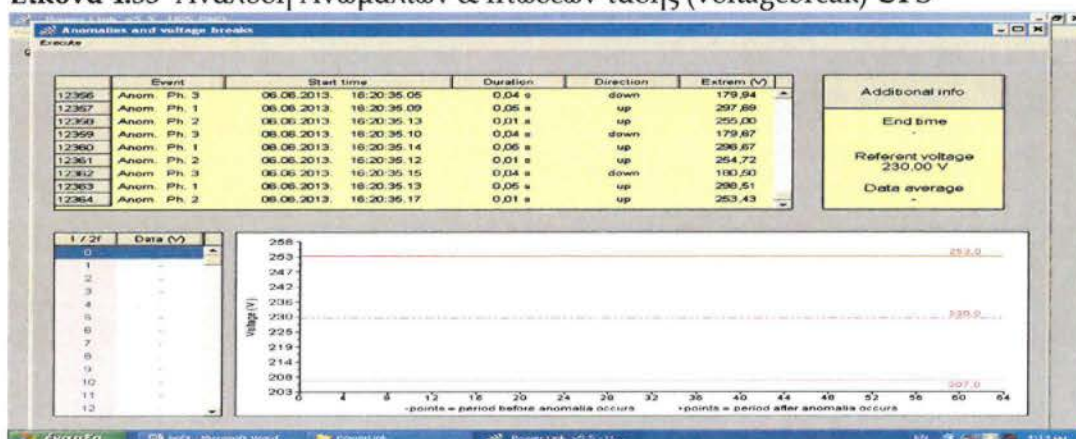
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	7,6	36	7,9	20,3	7,1	22	22,5	21,7	23,2
h3	7,3	13,6	7,2	14,6	9,1	15	20,8	20,9	26,4
h4	2,7	9,3	2,8	9,9	3,1	8	76,5	71,7	65,7
h5	2,7	6,2	3	7,3	3,1	6,8	65,6	69,3	62,9
h6	2	5,2	2	7	2,1	6,7	46,4	52	50,7
h7	1,3	6	2,1	4,8	1,9	4,6	37	46,6	38,6



Γράφημα 4.6 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα UPS

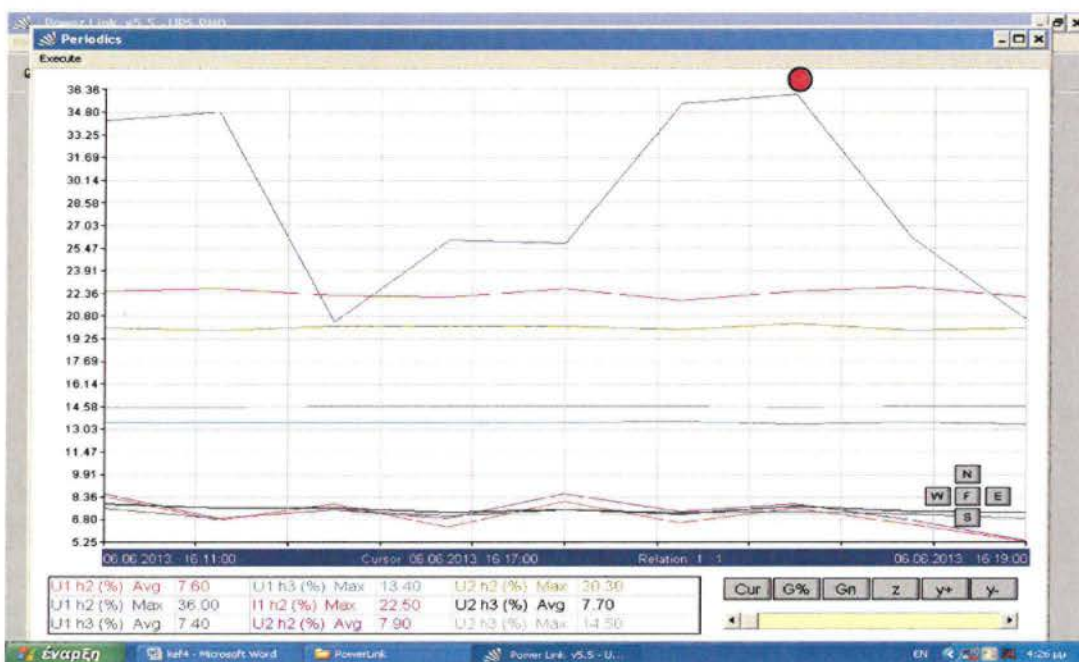
Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές στα ρεύματα I1,I2,I3 (max) και επίσης, στις αρμονικές h2 & h3, για τις τάσεις U1, U2, U3 (max)&h4 για U1, U2(max).

Εικόνα 4.53 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) UPS



Max τιμή: 253,0 V
 Average τιμή: 230,0 V
 Min τιμή: 207,0 V
 12364 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.54Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)UPS

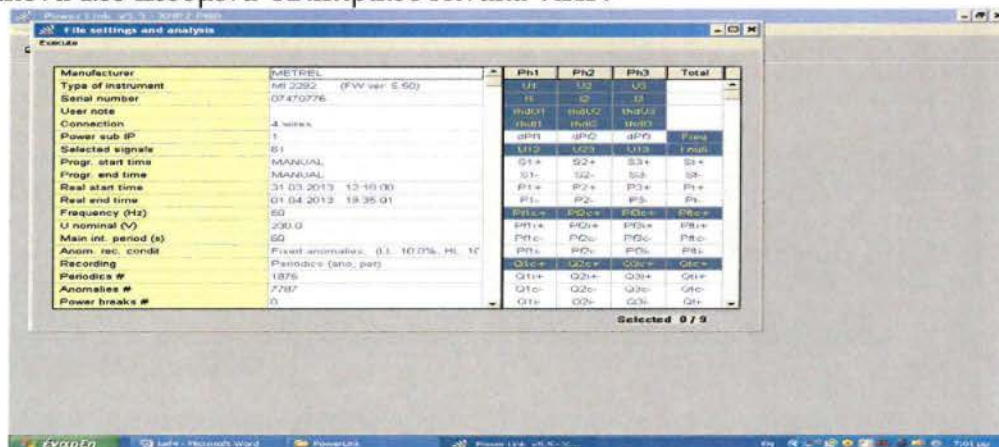


Παρατηρούμε, παραμόρφωση στην τάση U1, U2 στις h2 & h3 αρμονικές, με υψηλότερες U1,U2 (max) & I1 (max).

- ΧΗΡ7 (ΗΛ. Πιν. Χειρουργείο Αίθουσα 7)

- PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (31/3/13 | 12.18:00 - 1/4/13 | 19.35:01)

Εικόνα 4.55 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡ7

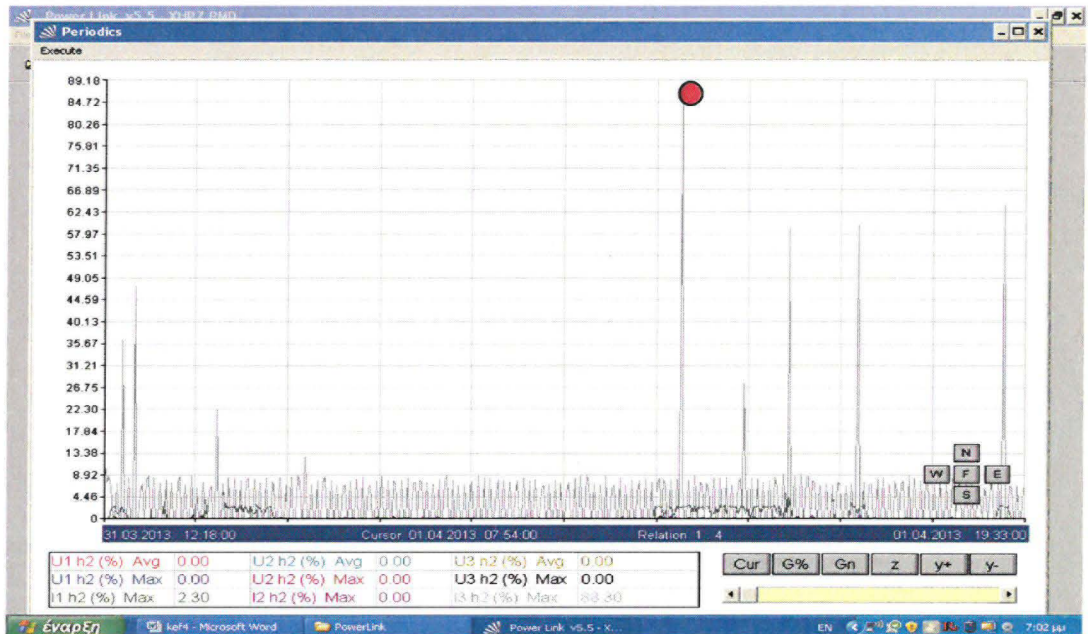


Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

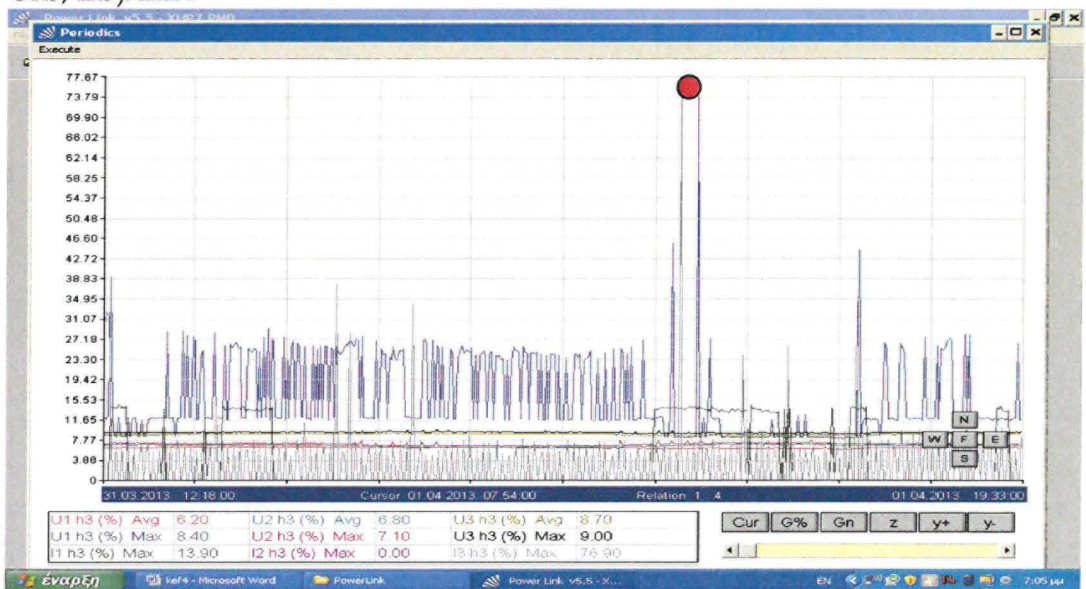
Εικόνα 4.56 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)ΧΗΡ7



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.57 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)XHP7



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

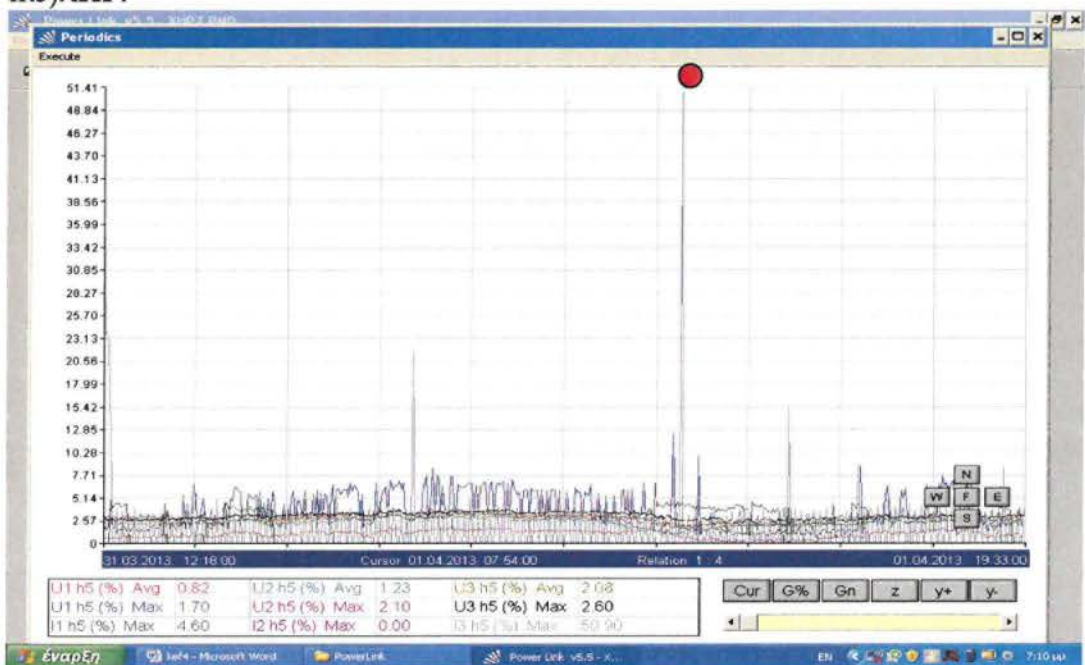
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.58 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)XHP7



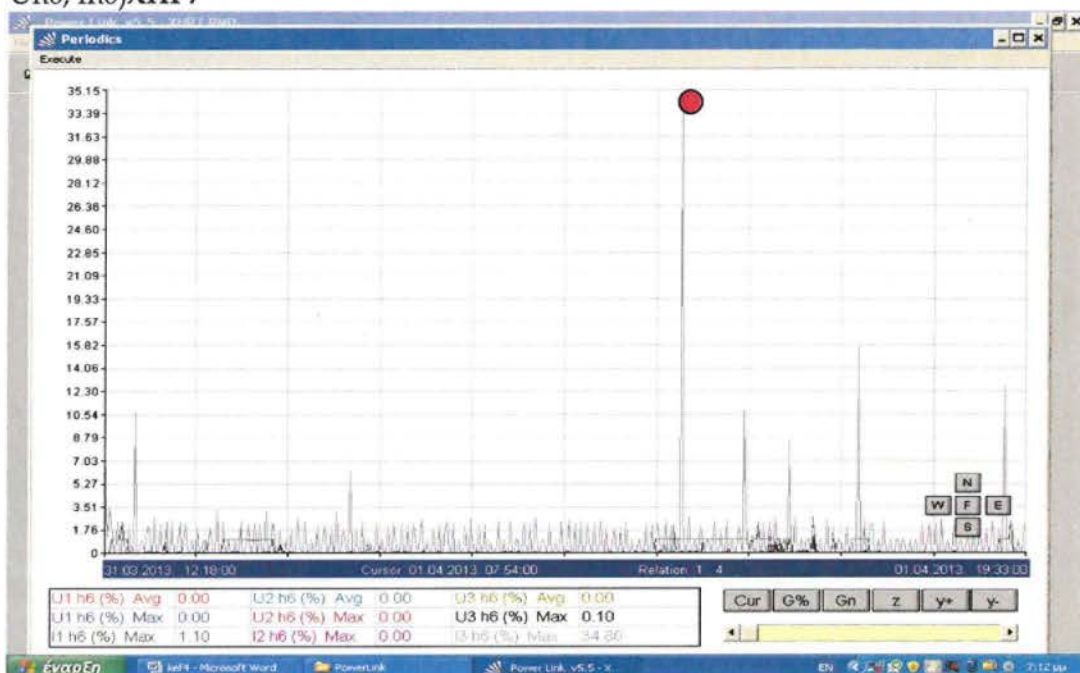
(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.59 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)XHP7



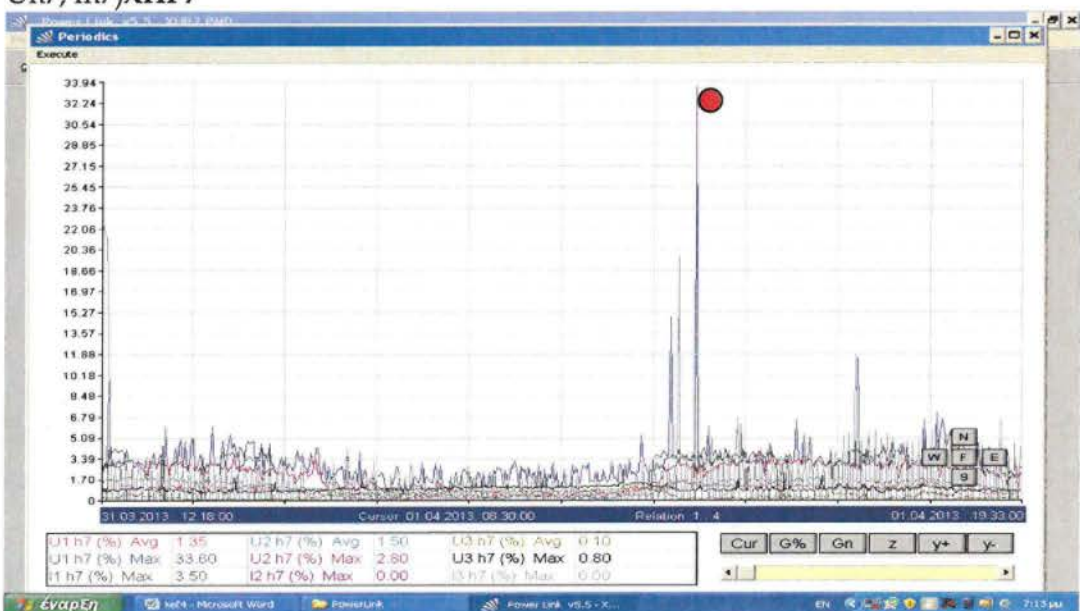
(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.60 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)XHP7



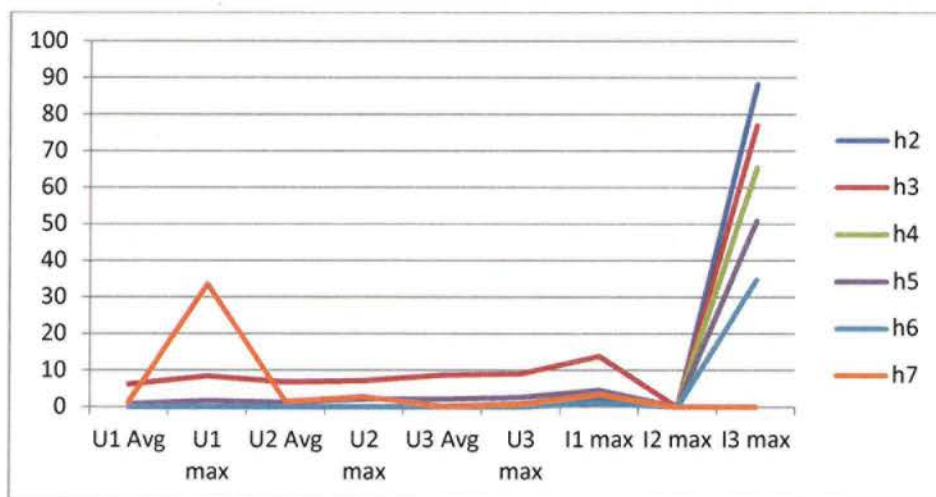
(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
Η Ανάλυση περιοδικών τμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.61 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)XHP7



Πίνακας 4.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΧHP7Αθηναϊκής Κλινικής

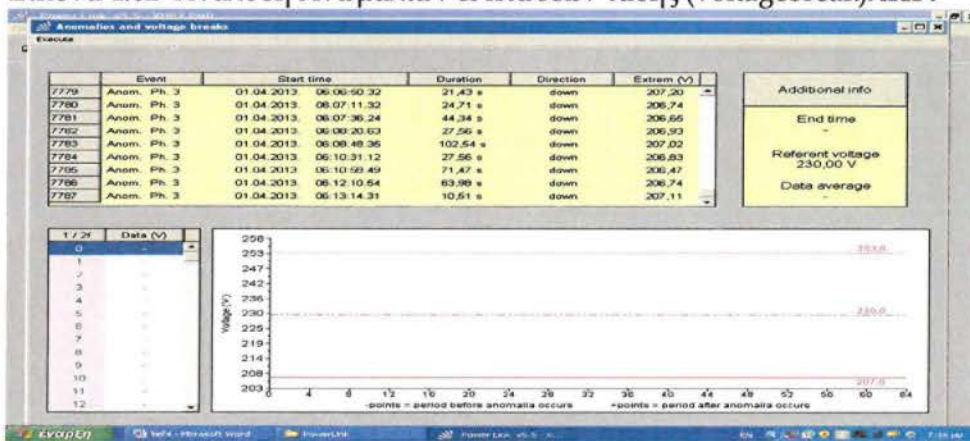
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0	0	0	0	0	2,3	0	88,3
h3	6,2	8,4	6,8	7,1	8,7	9	13,9	0	76,9
h4	0	0	0	0	0	0	1,1	0	65,3
h5	0,8	1,7	1,2	2,1	2,08	2,6	4,6	0	50,9
h6	0	0	0	0	0	0,1	1,1	0	34,8
h7	1,35	33,6	1,5	2,8	0,1	0,8	3,5	0	0



Γράφημα 4.7 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡ7

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h3, h4, h5, h6 στο ρεύμα I3 (max) & U1 (max) h7 αρμονική.

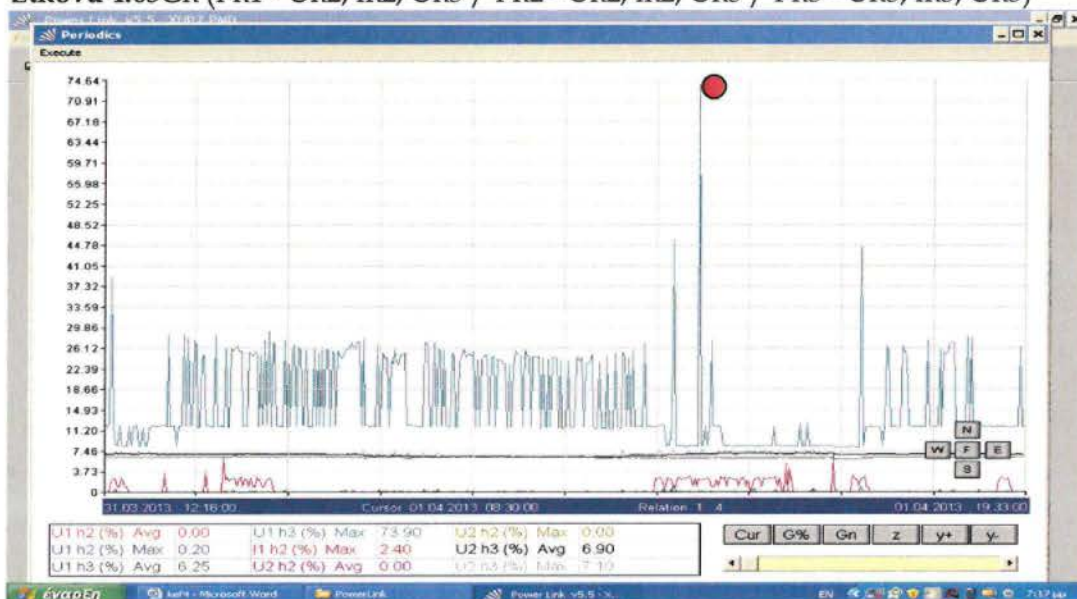
Εικόνα 4.62 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) ΧΗΡ7



Μαx τιμή: 253,0 V
 Αverage τιμή: 230,0 V
 Μin τιμή: 207,0 V

7787 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.63Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)

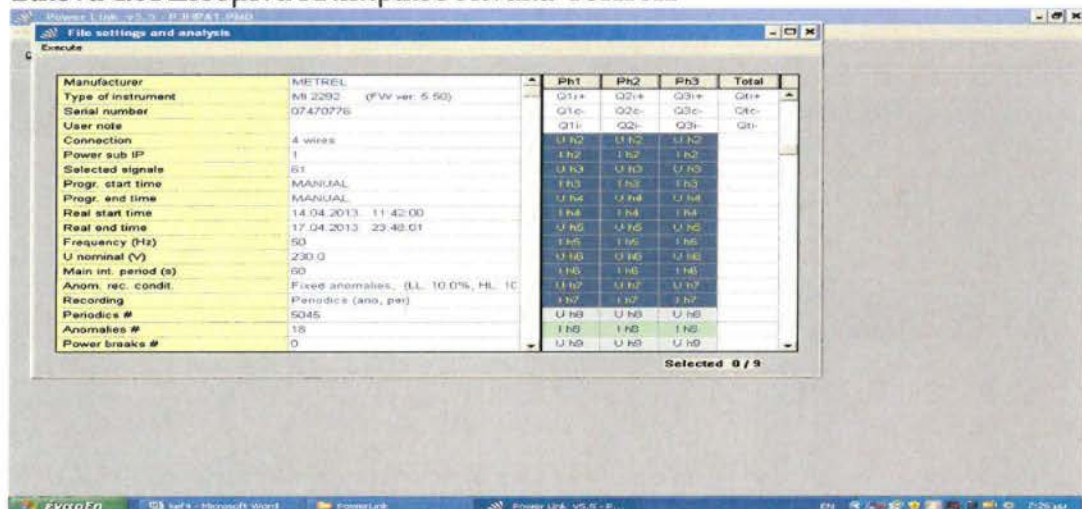


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<7,1%) στην τάση U1, U2 στην h3 αρμονική, με εξαίρεση την U1h3(max): 73,9%.

- Ρ3ΗΡΑ1 (Ηλ. Πιν. 3^ο ορόφου-Ανάγκης 1^{ος})

- PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τμών των σημάτων (14/4/13 | 11.42:00 - 17/4/13 | 23.48:01)

Εικόνα 4.64 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα Ρ3ΗΡΑ1

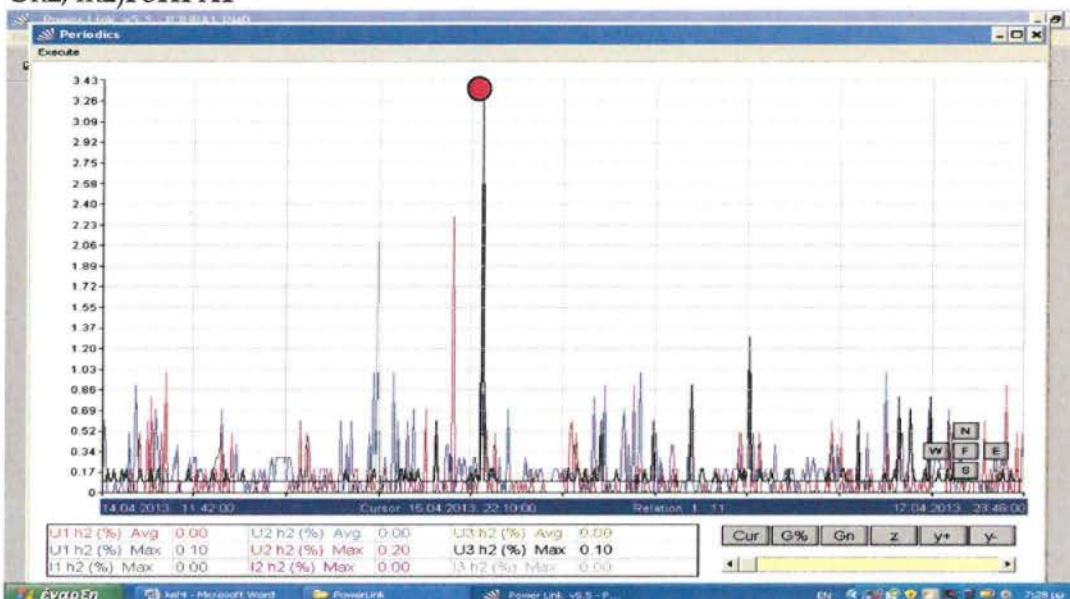


Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τμών (a) (Max&Average)

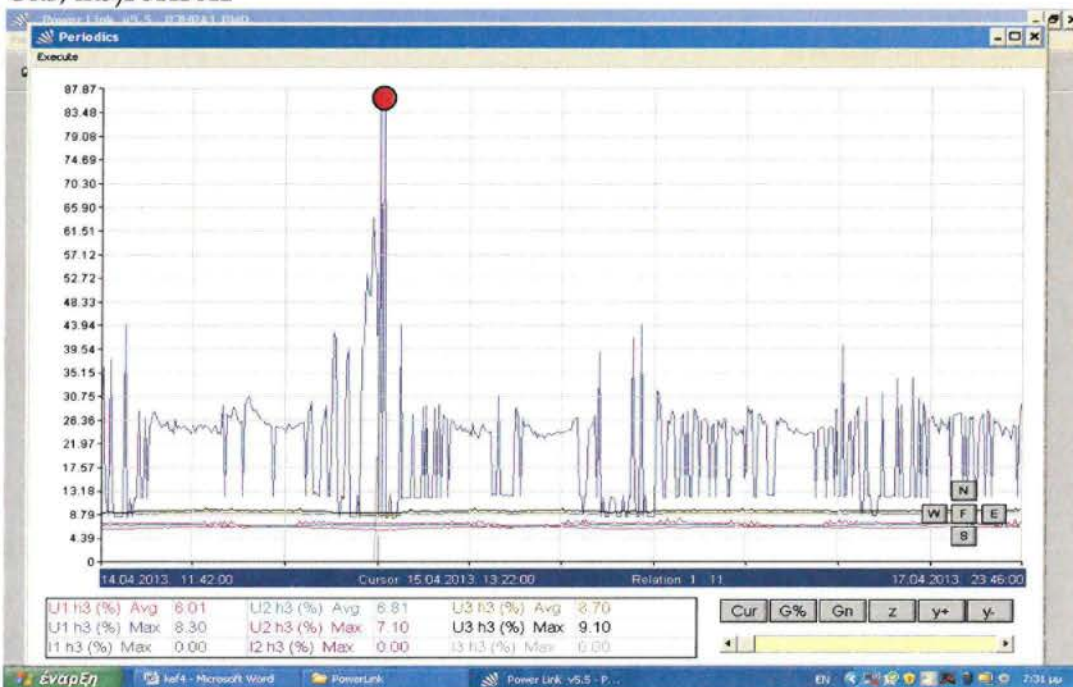
Εικόνα 4.65 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)P3HPA1



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

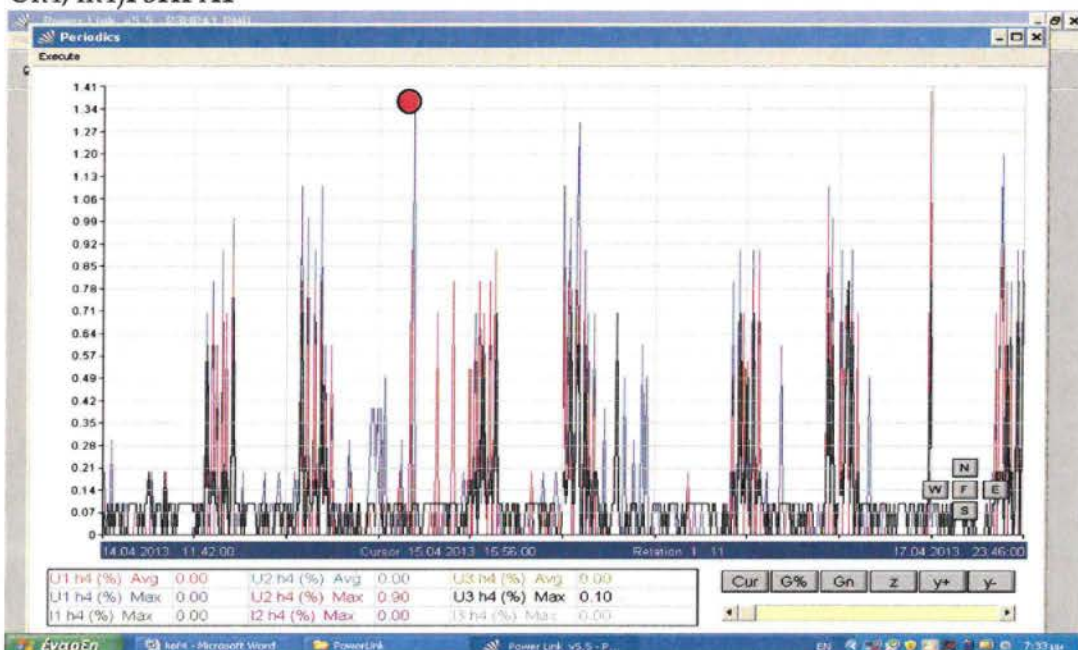
Εικόνα 4.66 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)P3HPA1



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

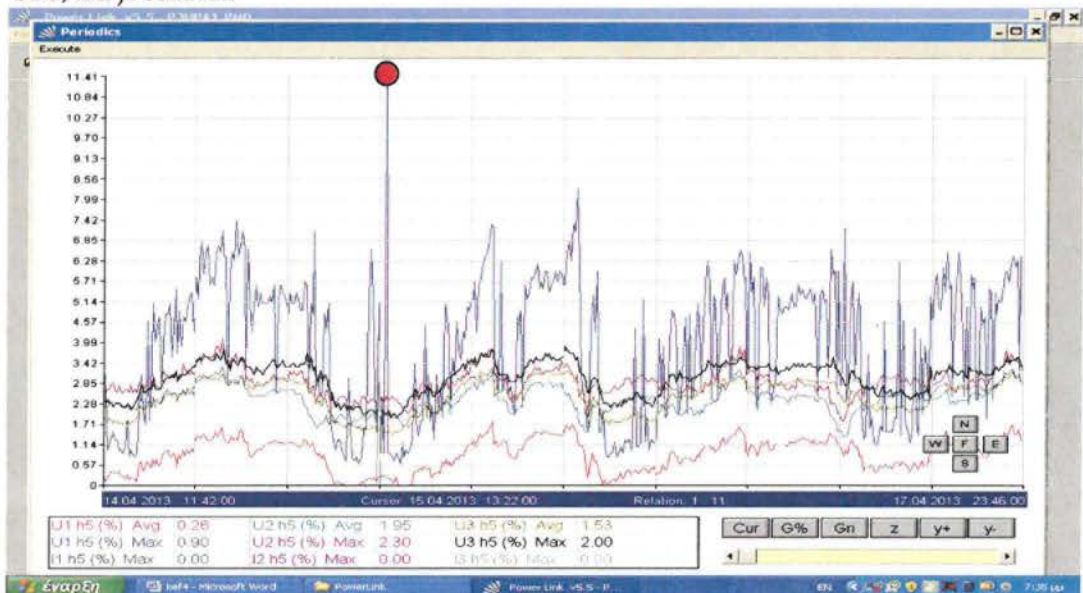
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.67 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)P3HPA1



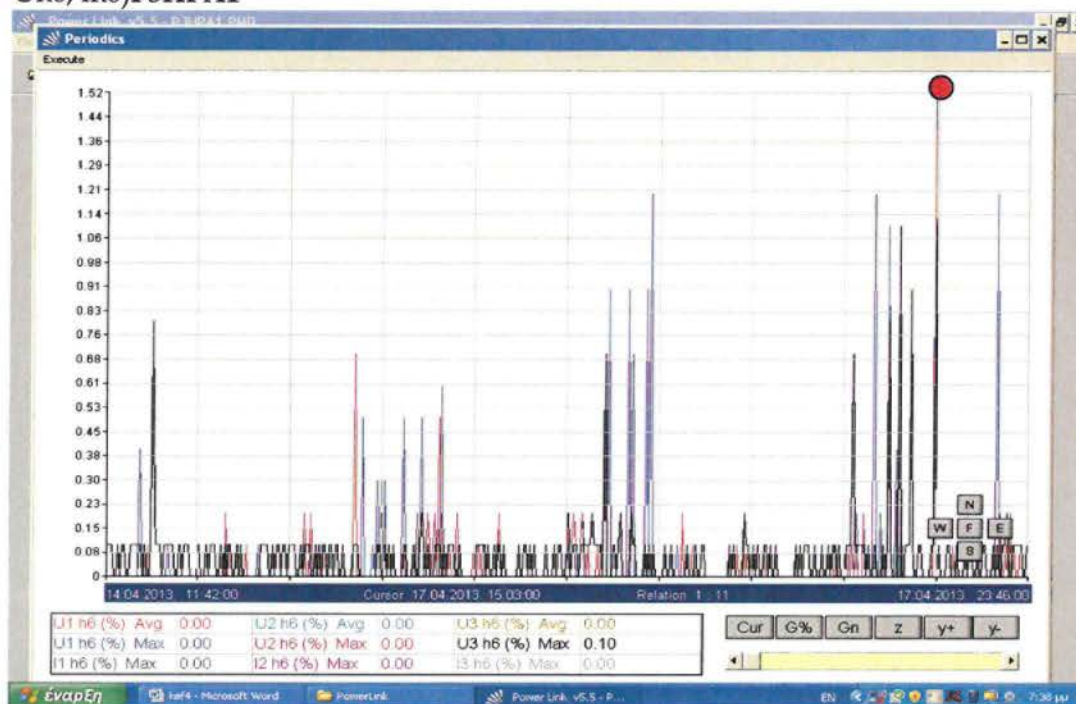
(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.68 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)P3HPA1



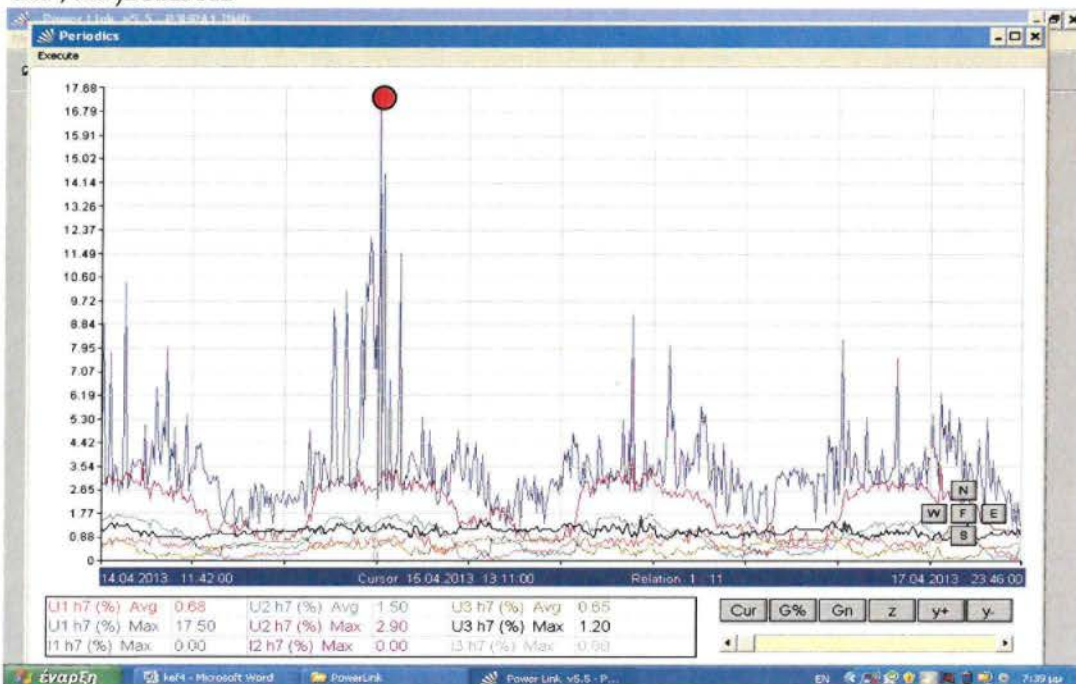
(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.69 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)P3HPA1



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

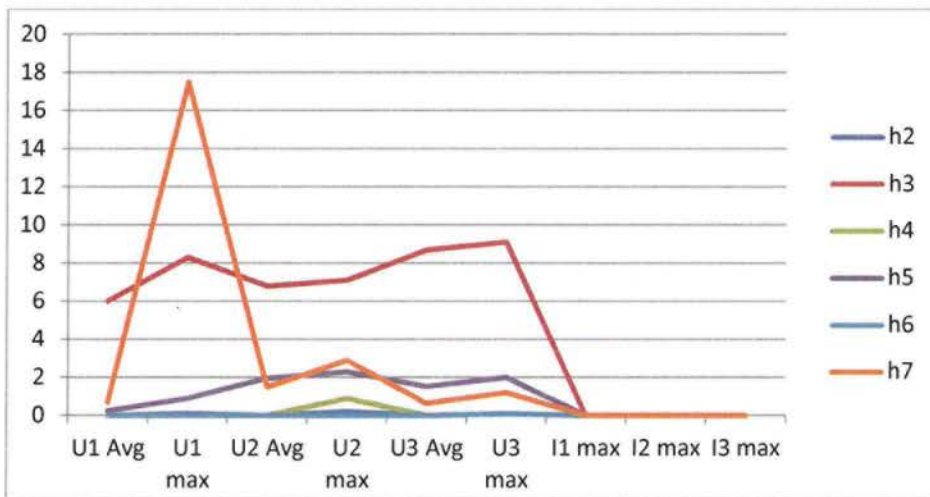
Εικόνα 4.70 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)P3HPA1



Πίνακας 4.9 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού

Πίνακα P3HPA1 Αθηναϊκής Κλινικής

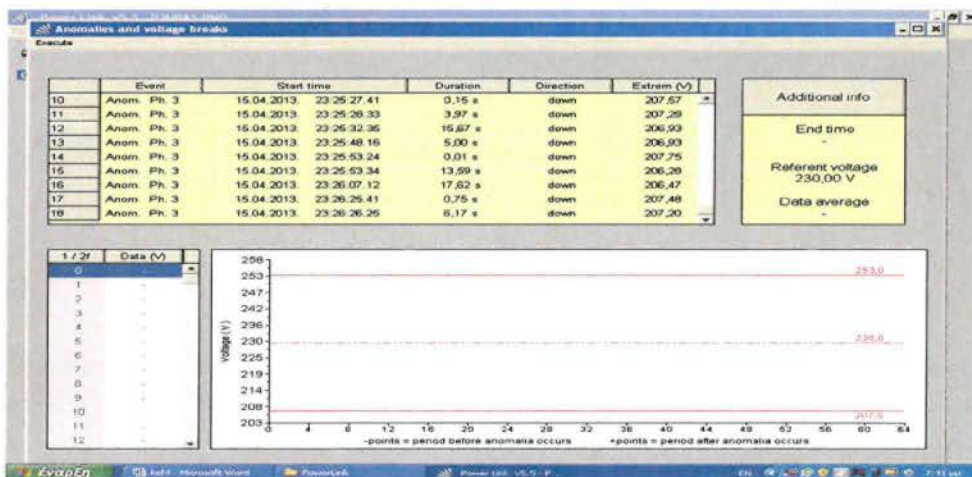
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,1	0	0,2	0	0,1	0	0	0
h3	6,01	8,3	6,8	7,1	8,7	9,1	0	0	0
h4	0	0	0	0,9	0	0,1	0	0	0
h5	0,25	0,9	1,95	2,3	1,53	2	0	0	0
h6	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
h7	0,7	17,5	1,5	2,9	0,65	1,2	0	0	0



Γράφημα 4.8 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα P3HPA1

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h3, h5, h7 στις τάσεις U1,U2,U3 (max&Avg).

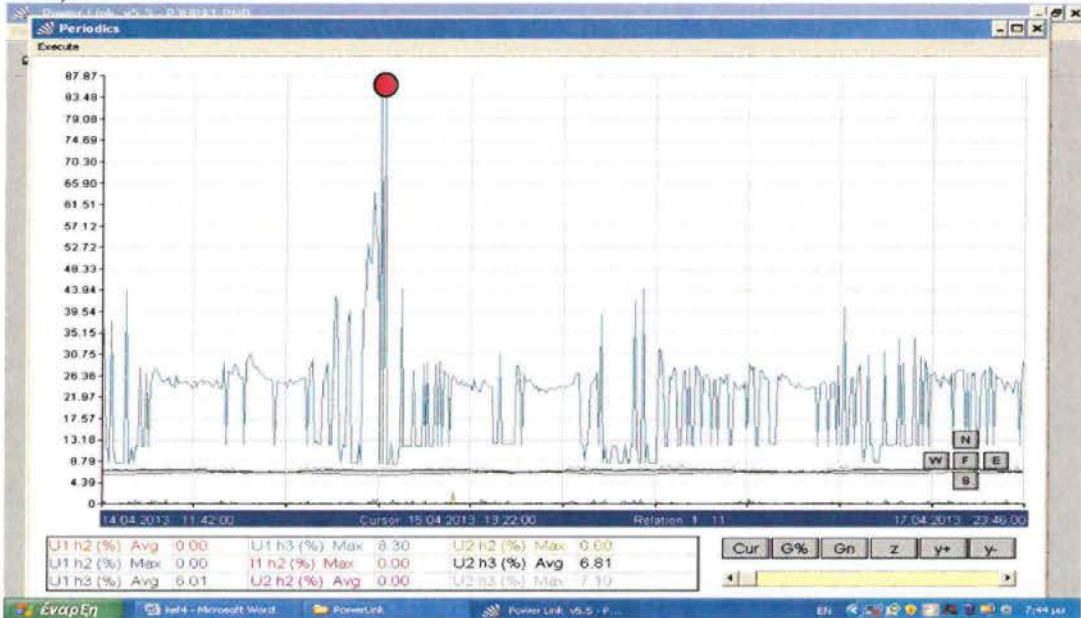
Εικόνα 4.71 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak)P3HPA1



Max τιμή: 253,0 V

Average τιμή: 230,0 V
 Min τιμή: 207,0 V
 18 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.72Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)P3HPA1

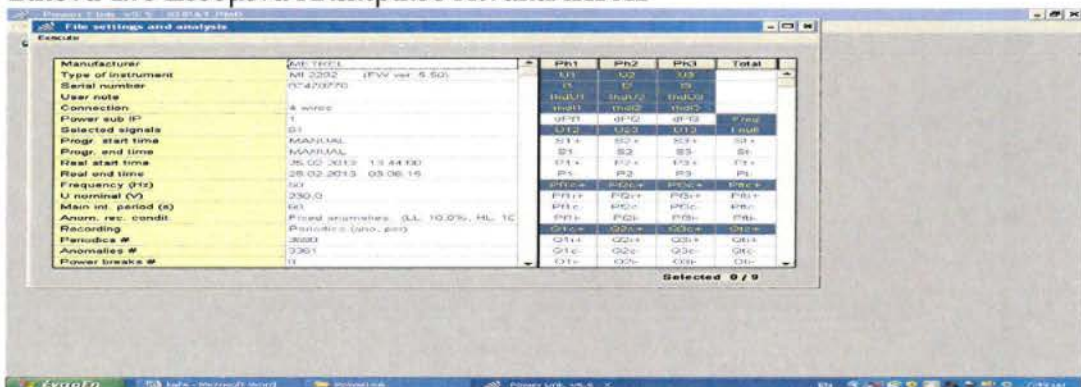


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<8,3%) στην τάση U1, U2 στις h2, h3 αρμονικές.

- ΧΗΡΑ1 (ΗΛ. Πιν. Χειρουργείου Αίθουσα 1)

- PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (25/2/13 | 13.44:00 - 28/2/13 | 03.06:15)

Εικόνα 4.73 Δεδομένα Ηλεκτρικού ΠίνακαΧΗΡΑ1

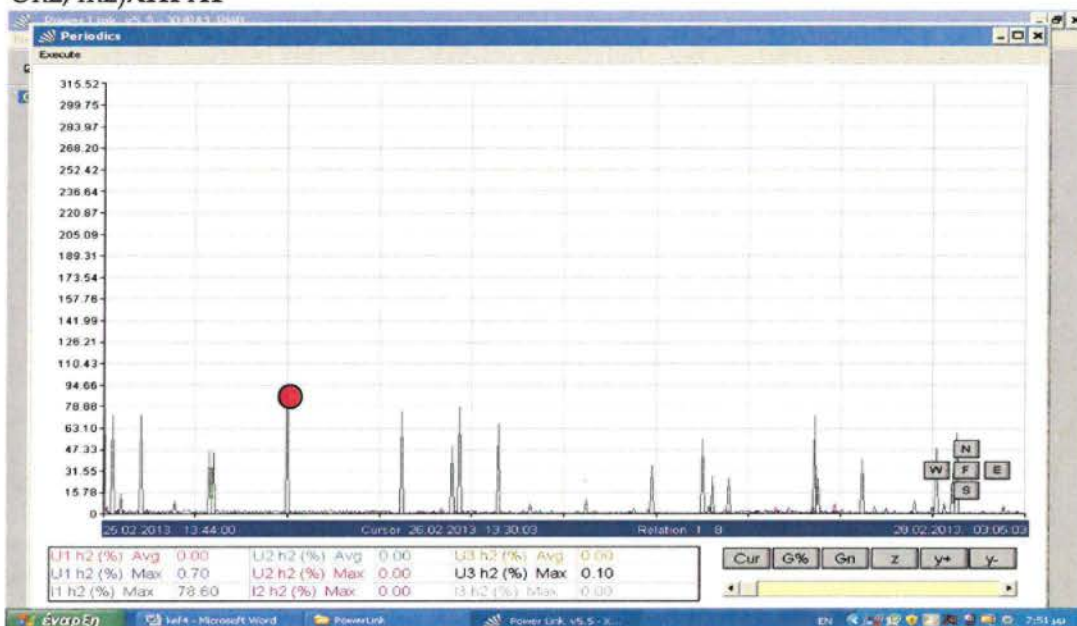


Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

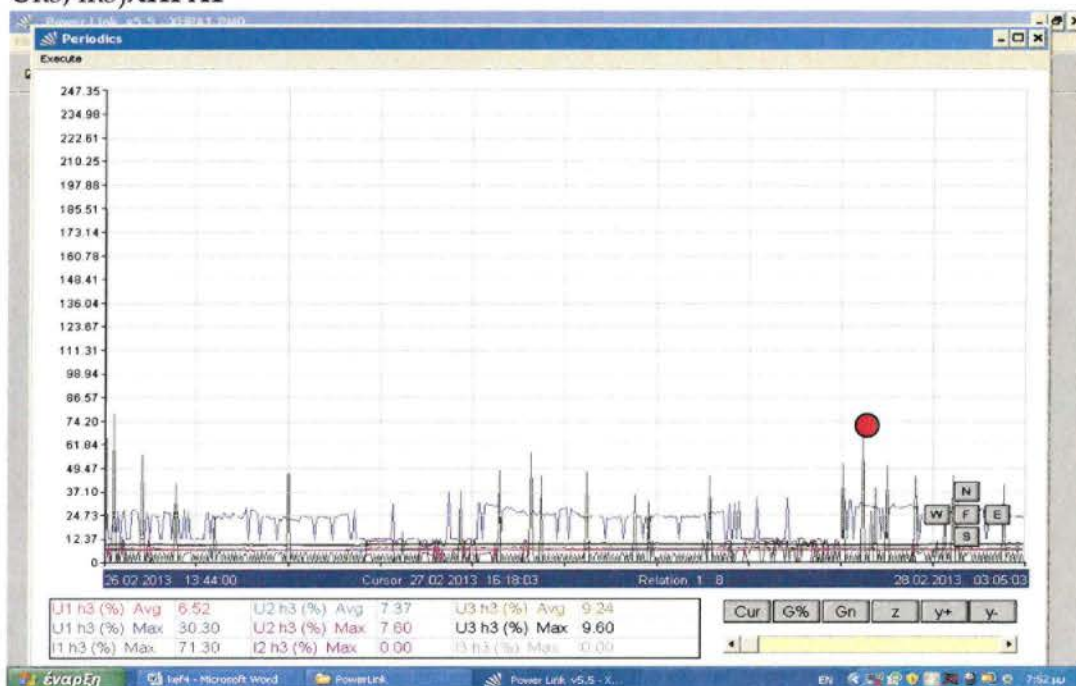
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.74 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)ΧΗΡΑ1



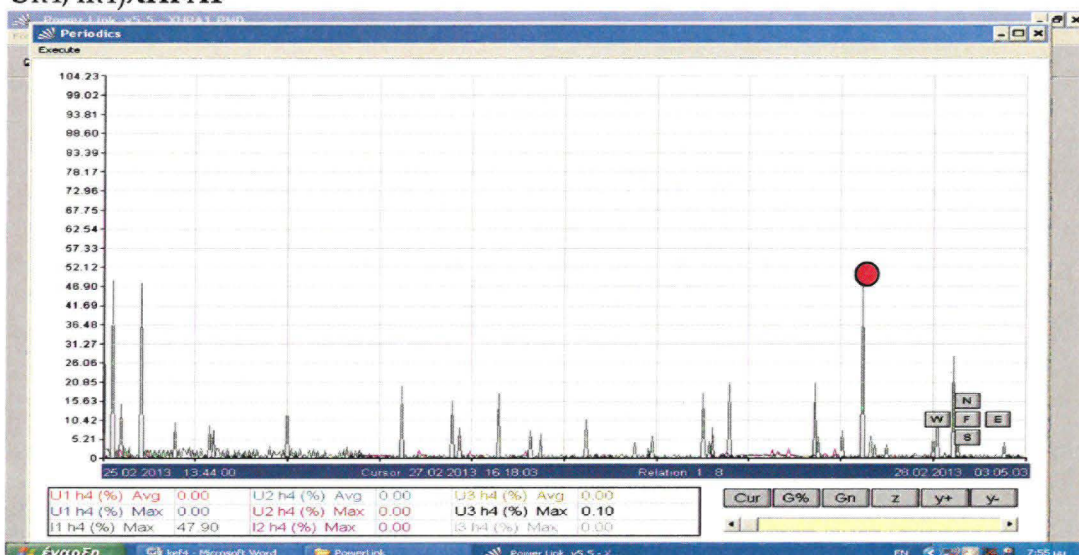
(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.75 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)ΧΗΡΑ1



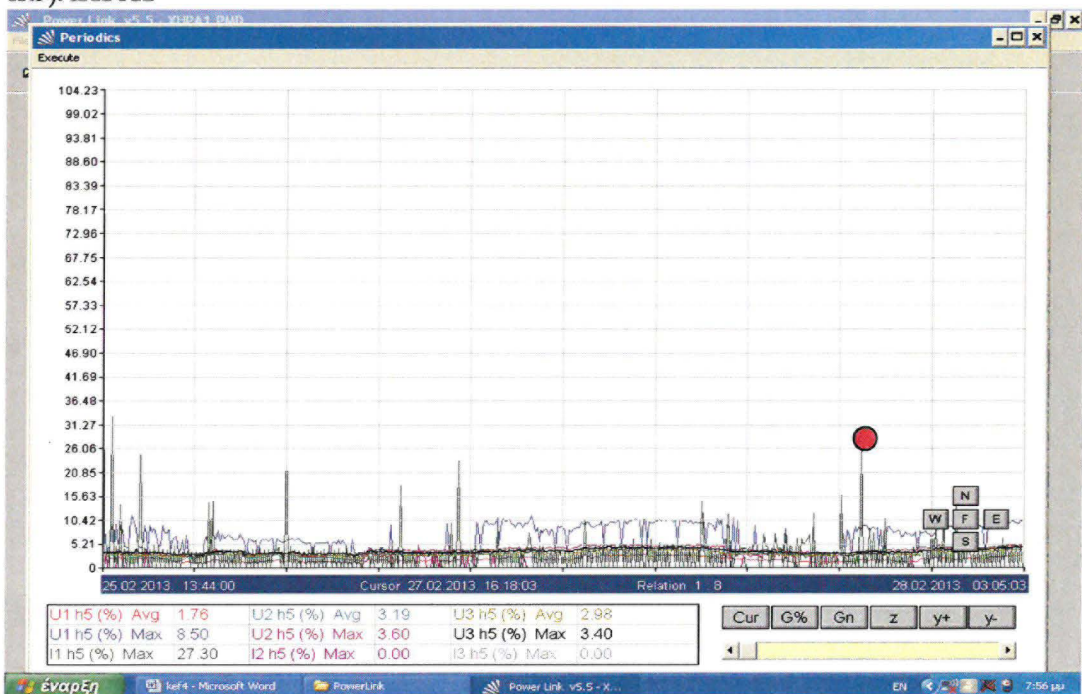
(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.76 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)ΧΗΡΑ1



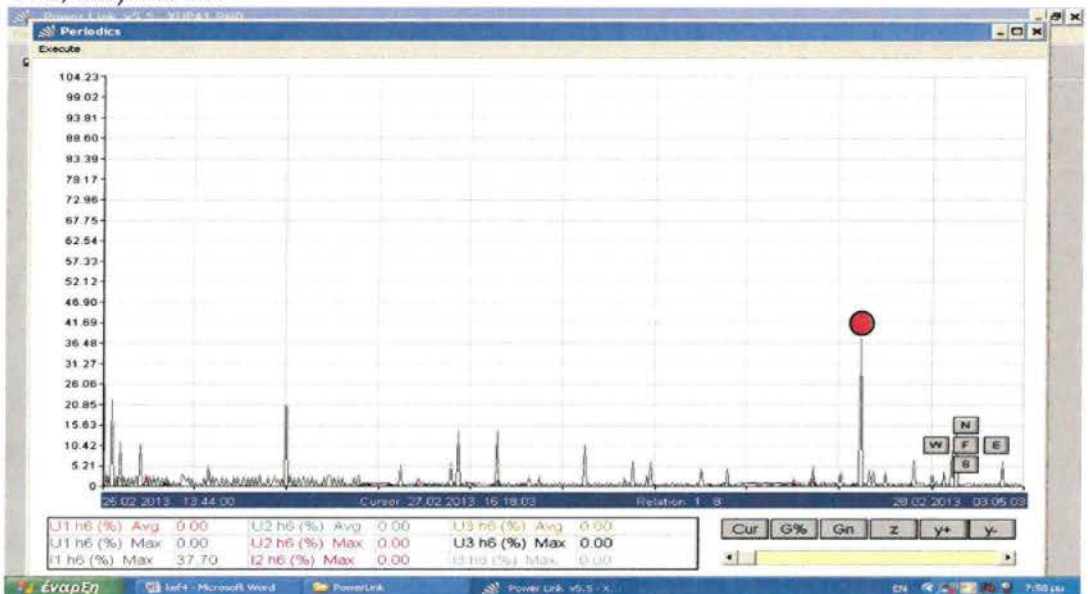
(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.77 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)ΧΗΡΑ1



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

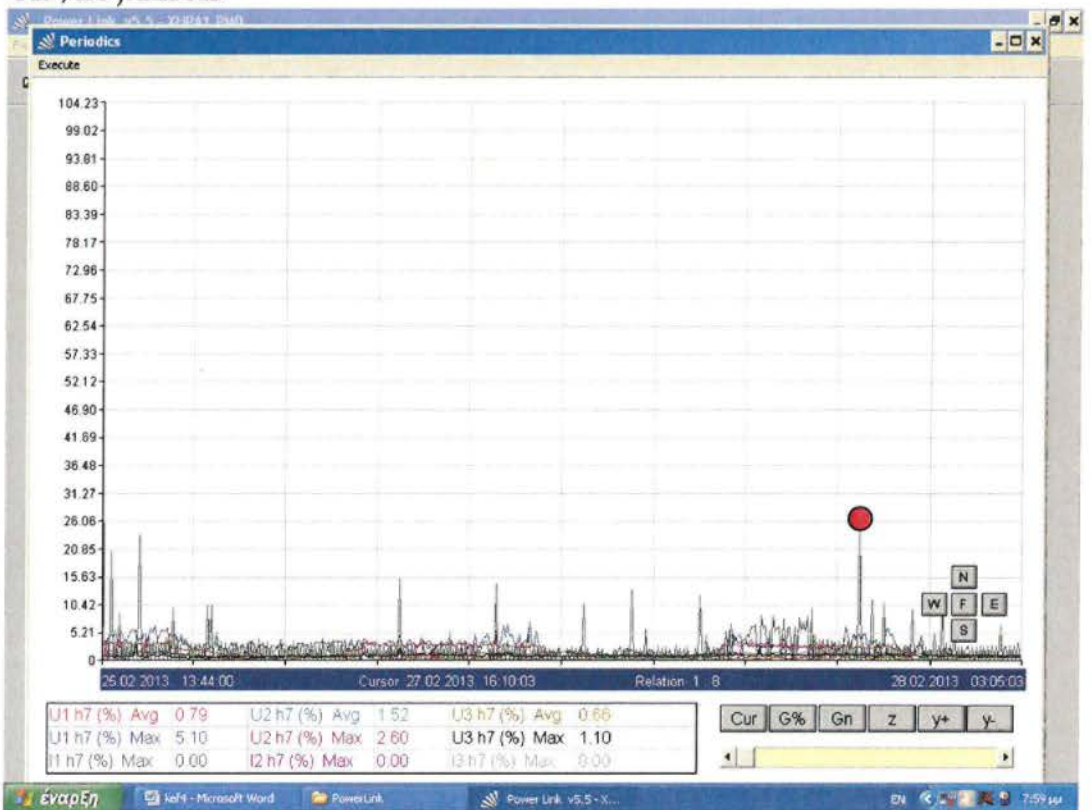
Εικόνα 4.78 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)ΧΗΡΑ1



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

Η Ανάλυση περιοδικών τμών (f) (Max&Average)

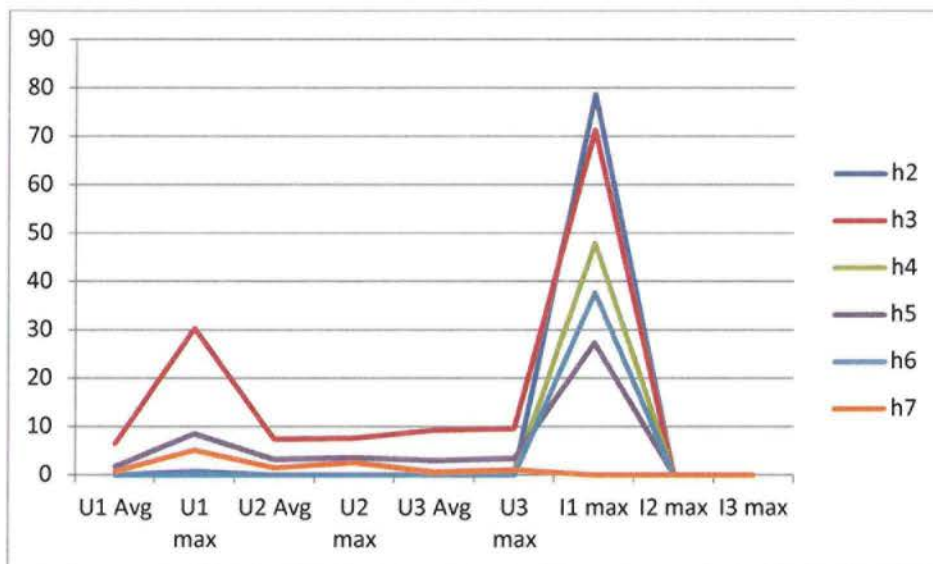
Εικόνα 4.79 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)ΧΗΡΑ1



Πίνακας 4.10 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού

Πίνακα ΧΗΡΑ1 Αθηναϊκής Κλινικής

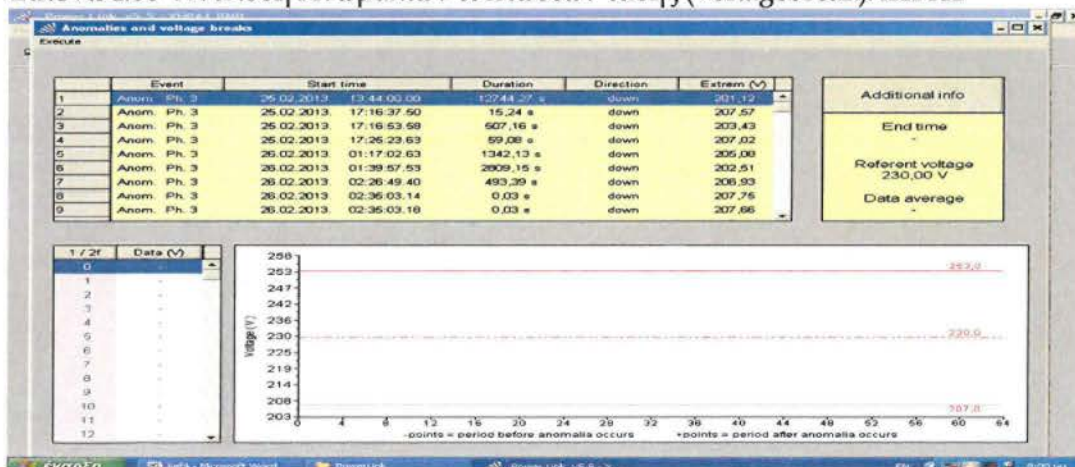
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,7	0	0	0	0,1	78,6	0	0
h3	6,5	30,3	7,4	7,6	9,24	9,6	71,3	0	0
h4	0	0	0	0	0	0,1	47,9	0	0
h5	1,76	8,5	3,2	3,6	3	3,4	27,3	0	0
h6	0	0	0	0	0	0	37,7	0	0
h7	0,8	5,1	1,5	2,6	0,6	1,1	0	0	0



Γράφημα 4.9 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡΑ1

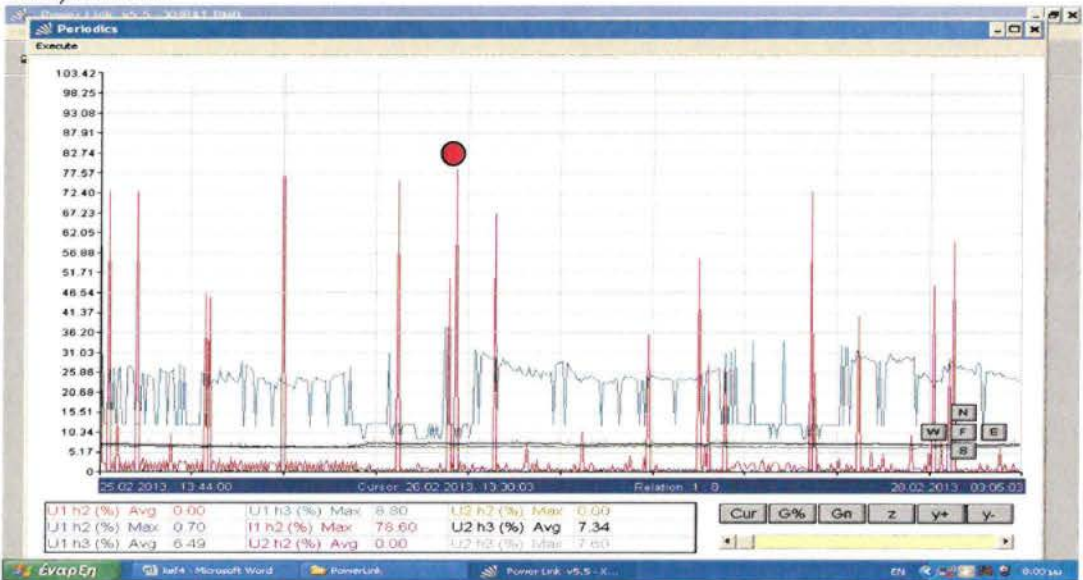
Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές για το ρεύμα I1 (max). Επίσης, η h3 έχει μεγάλη παραμόρφωση για όλες τις τάσεις.

Εικόνα 4.80 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) ΧΗΡΑ1



Μαχτηγή: 253,0 V
 Αverages τιμή: 230,0 V
 Min τιμή: 207,0 V
 3361 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.81Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)ΧΗΡΑ1

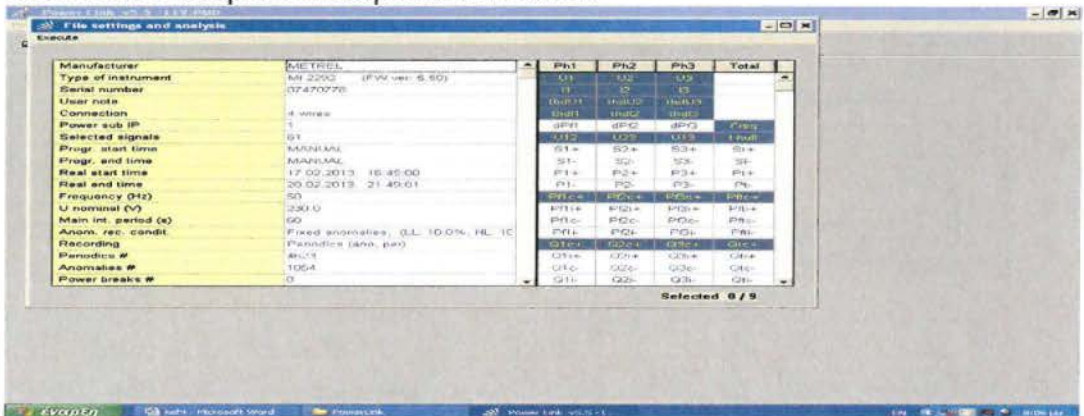


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<9%) στην τάση U1, U2 στις h2 & h3 αρμονικές και επίσης το ρεύμα έχει μεγάλη παραμόρφωση στην I1(max) στην αρμονική h2.

- LEV (ΗΛ. Πιν. Λεβητοστάσιο)

- PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τμών των σημάτων (17/2/13 | 16:45:00 - 20/2/13 | 21:49:01)

Εικόνα 4.82 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα LEV



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:
 (α) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

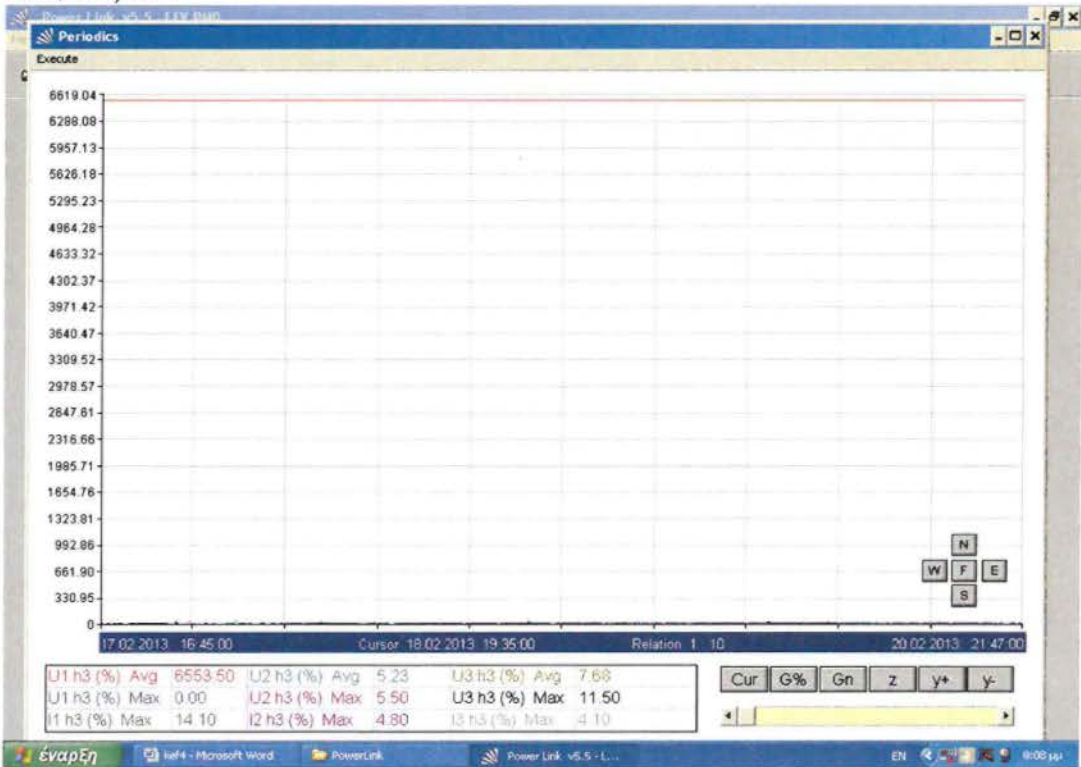
Εικόνα 4.83 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)LEV



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.84 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)LEV



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

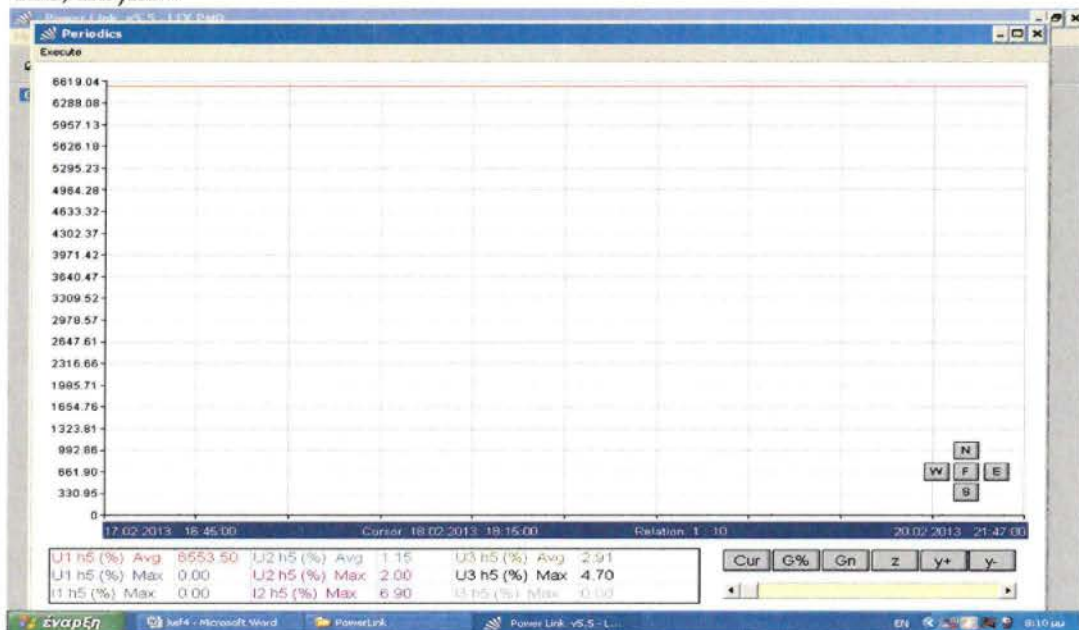
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.85 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)LEV



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.86 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)LEV



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

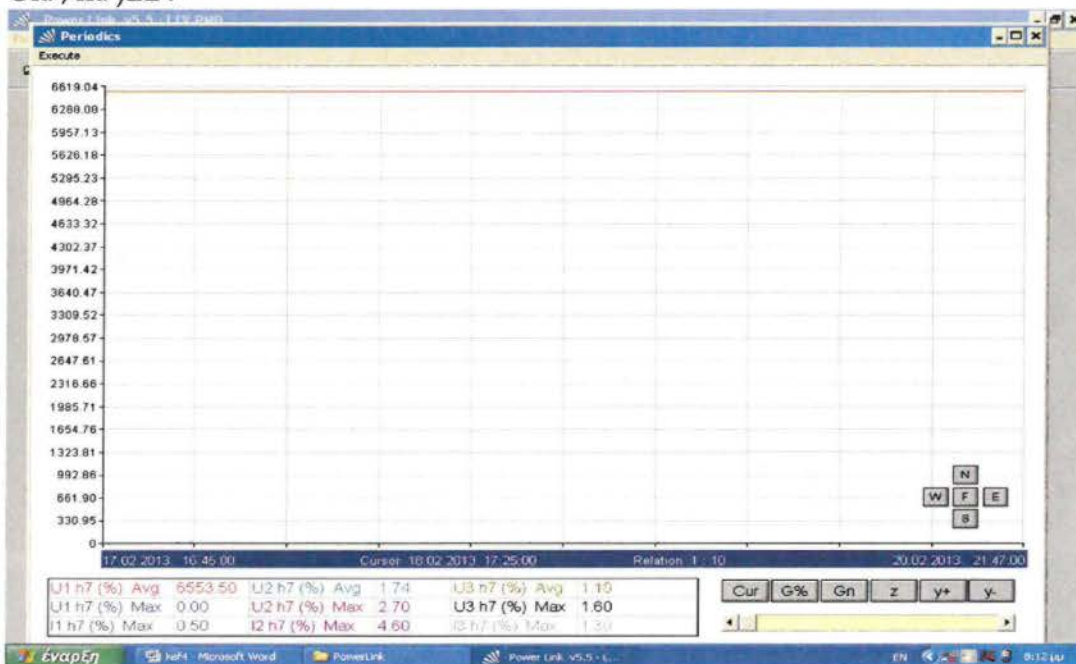
Εικόνα 4.87 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)LEV



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

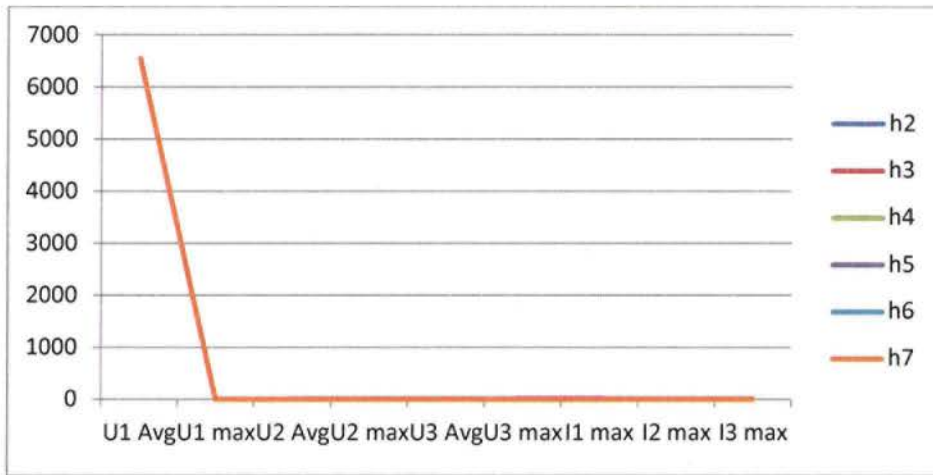
Εικόνα 4.88 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)LEV



Πίνακας 4.11 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού

Πίνακα LEVAθηναϊκής Κλινικής

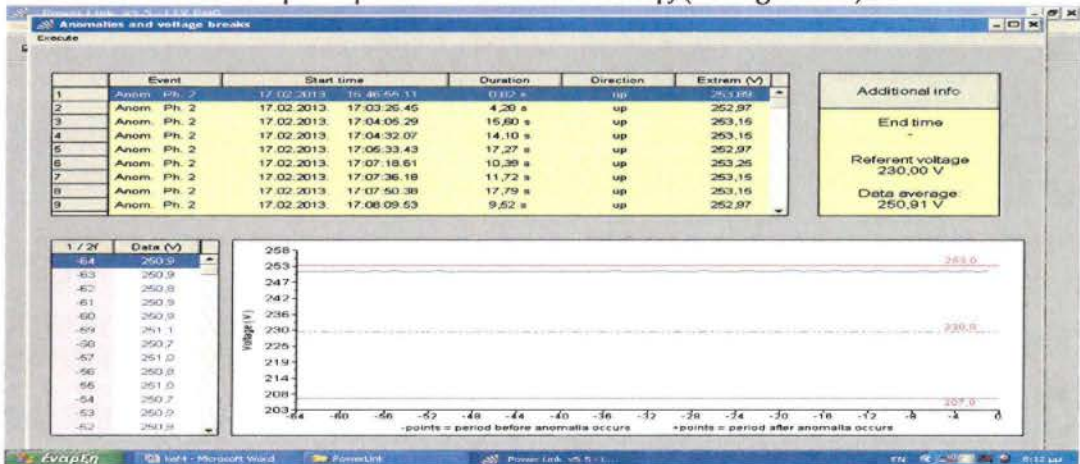
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	6553,5	0	0	0	0	0	1,5	3,4	2,6
h3	6553,5	0	5,2	5,5	7,7	11,5	14,1	4,8	4,1
h4	6553,5	0	0	0	0	0	0,3	3,2	1,3
h5	6553,5	0	1,15	2	2,9	4,7	0	6,9	0
h6	6553,5	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0,6
h7	6553,5	0	1,74	2,7	1,1	1,6	0,5	4,6	1,3



Γράφημα 4.10 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα LEV

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές στην τάση U1 (Avg) και επιπλέον μια παραμόρφωση στην αρμονική h3 για όλες τις τάσεις και τα ρεύματα.

Εικόνα 4.89 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) LEV



Μακτιμή: 253,0 V

Αverage τιμή: 230,0 V
 Min τιμή: 207,0 V
 1054 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

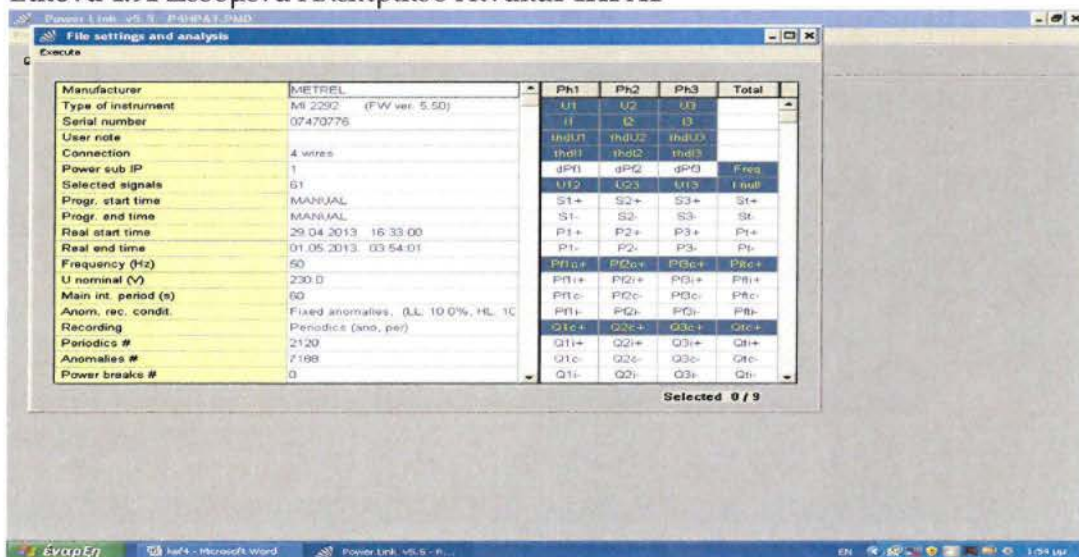
Εικόνα 4.90 Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)LEV



Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<6%) στην τάση U1, U2 σε όλες τις αρμονικές, με εξαίρεση την τάση U1 (Avg) στην h2 αρμονική που έχει υψηλή παραμόρφωση.

- P4HPA1 (Ηλ. Πιν. 4^ο ορόφου- Ανάγκης 1^οs)
 - PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (29/4/13 | 16.33:00 - 1/5/13 | 3.54:01)

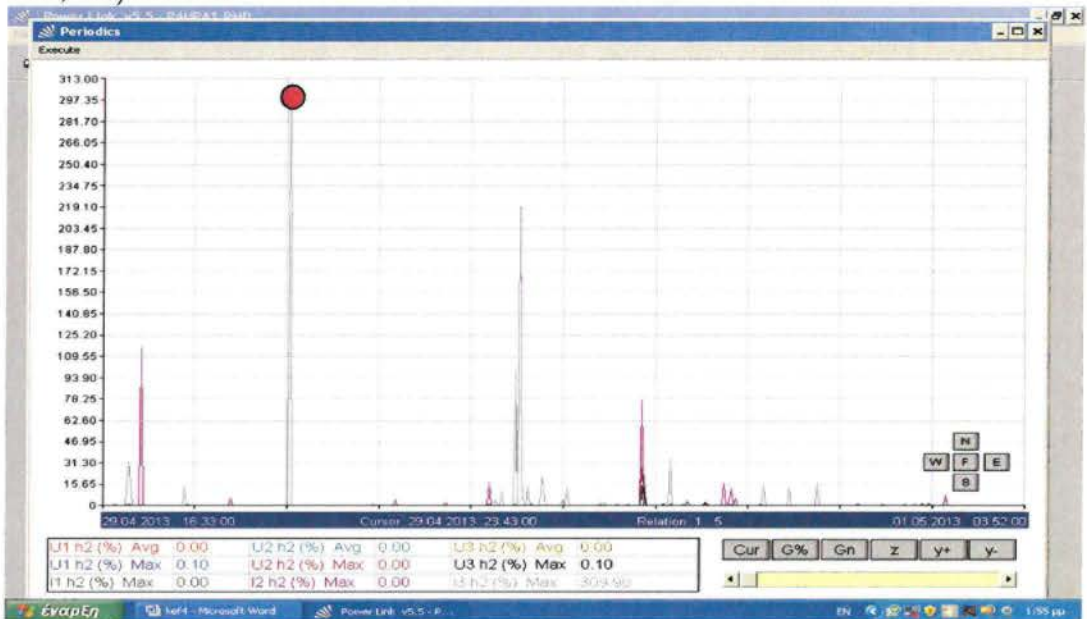
Εικόνα 4.91 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα P4HPA1



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:
 (a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

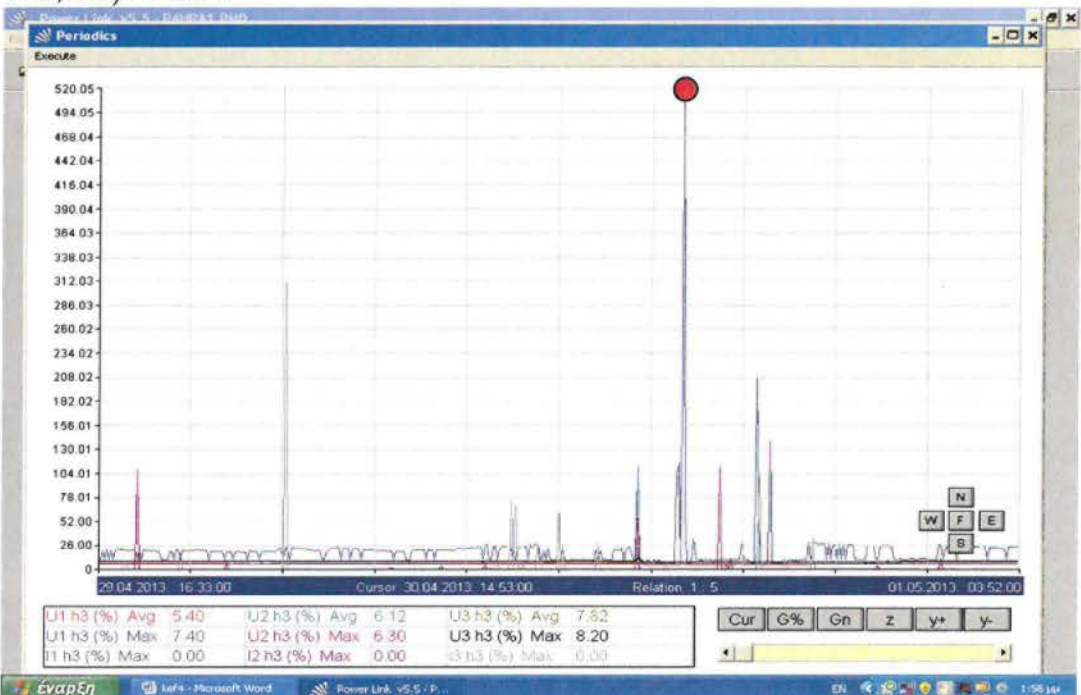
Εικόνα 4.92 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)P4HPA1



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

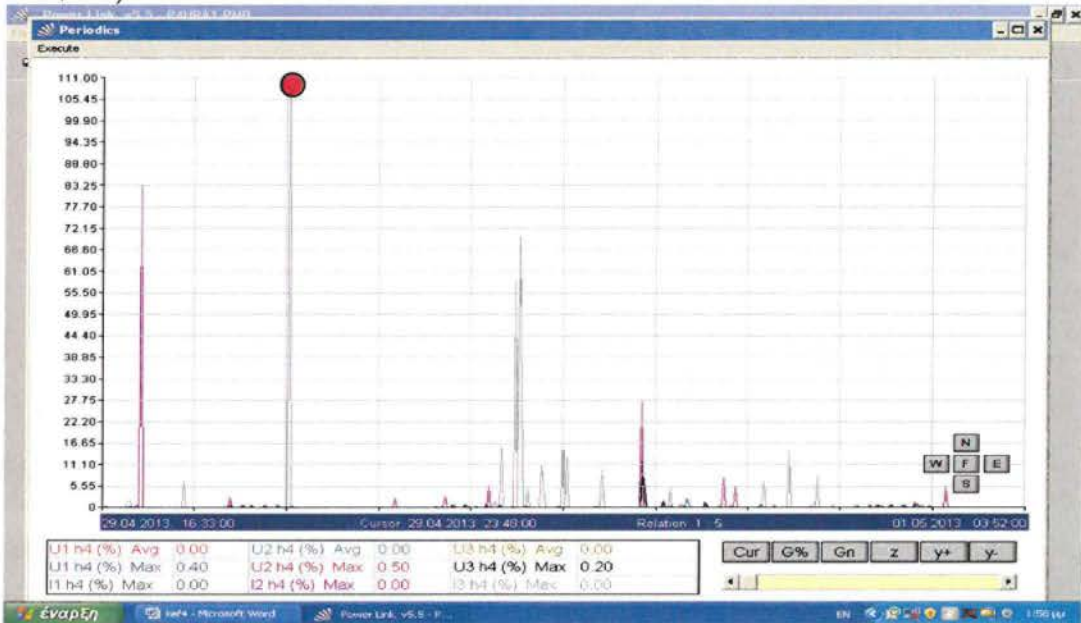
Εικόνα 4.93 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)P4HPA1



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

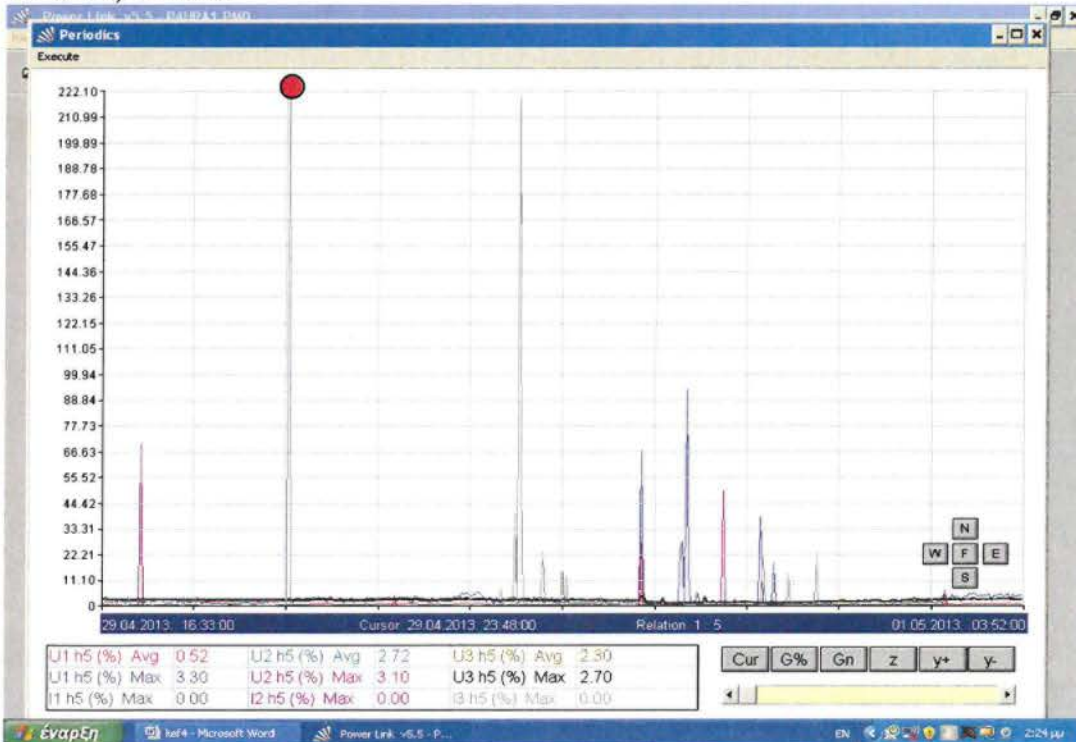
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.94 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)P4HPA1



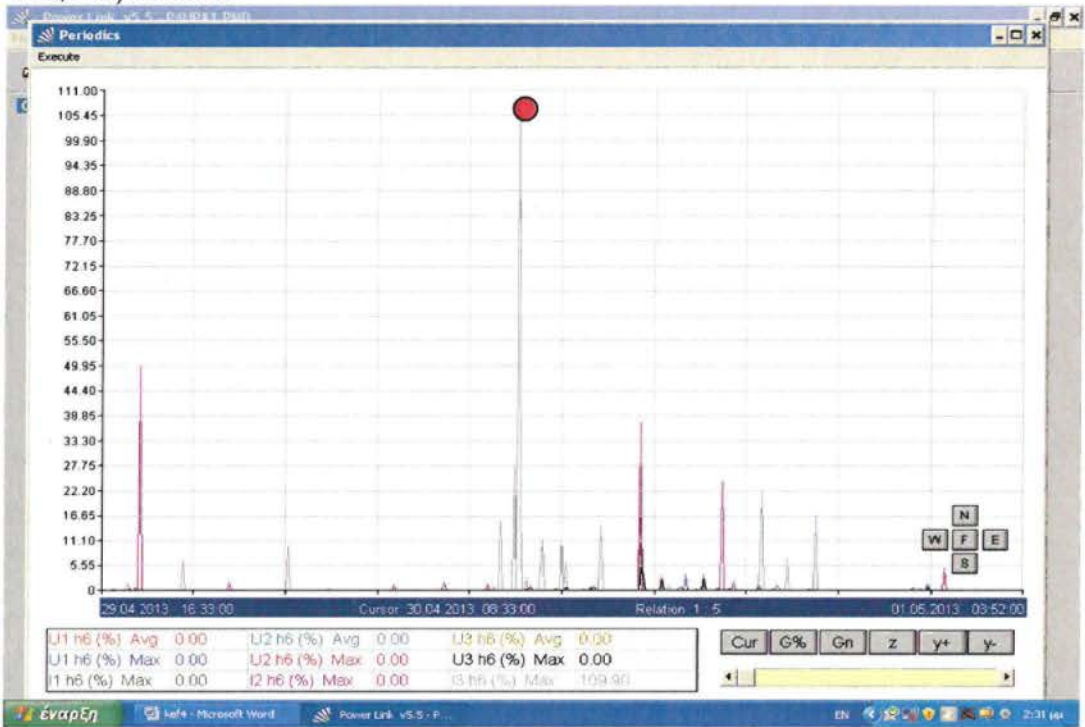
(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.95 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)P4HPA1



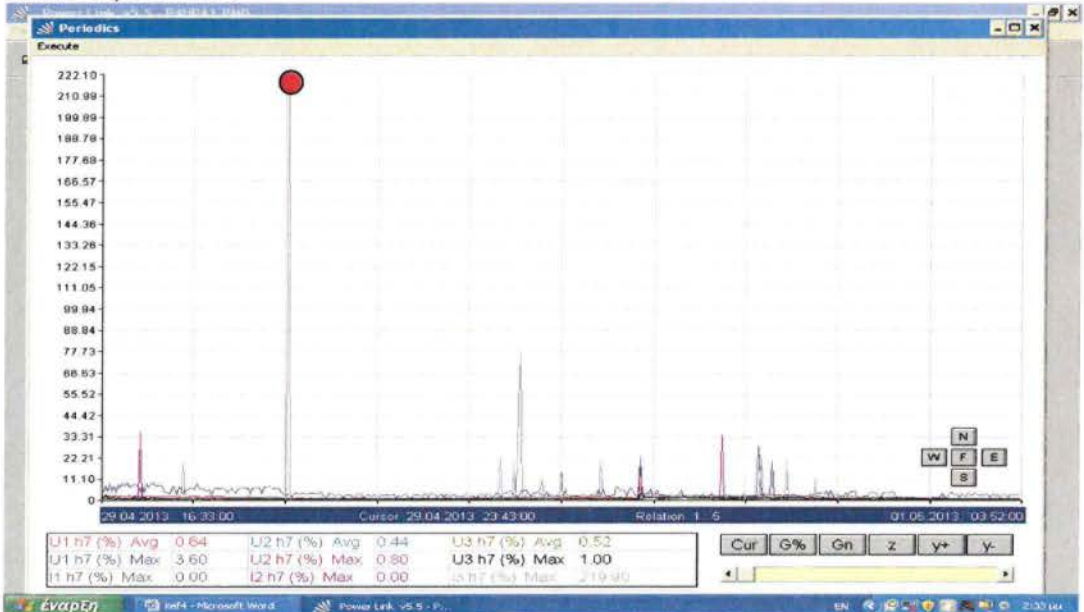
(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.96 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)P4HPA1



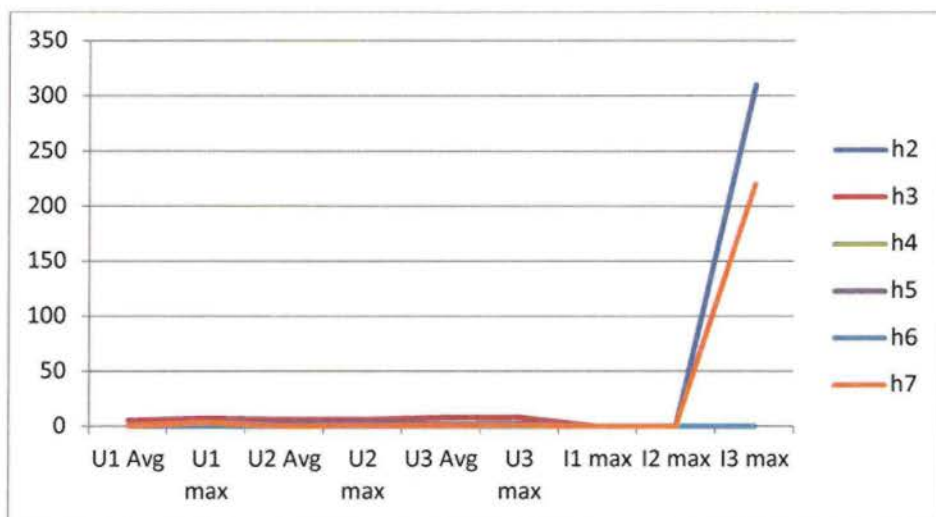
(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
 Η Ανάλυση περιοδικών τμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.97 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)P4HPA1



Πίνακας 4.12 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα P4HPA1 Αθηναϊκής Κλινικής

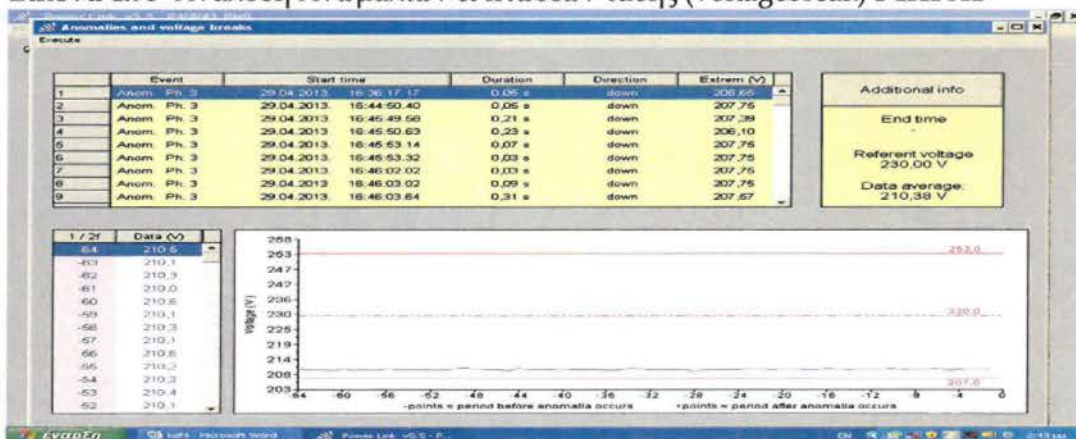
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	309,9
h3	5,4	7,4	6,12	6,3	7,8	8,2	0	0	0
h4	0	0,4	0	0,5	0	0,2	0	0	0
h5	0,5	3,3	2,7	3,1	2,3	2,7	0	0	0
h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h7	0,64	3,6	0,4	0,8	0,5	1	0	0	219,9



Γράφημα 4.11 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα P4HPA1

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h7 στο ρεύμα I3 (max).

Εικόνα 4.98 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) P4HPA1



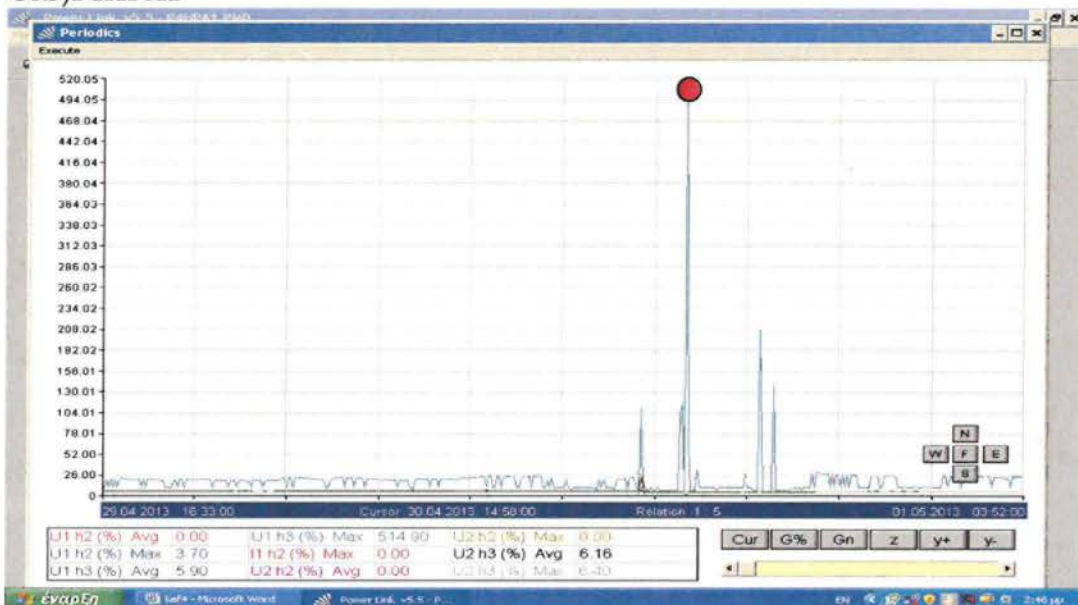
Max τιμή: 253,0 V

Average τιμή: 230,0 V

Min τιμή: 207,0 V

7188 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.99 Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)P4HPA1

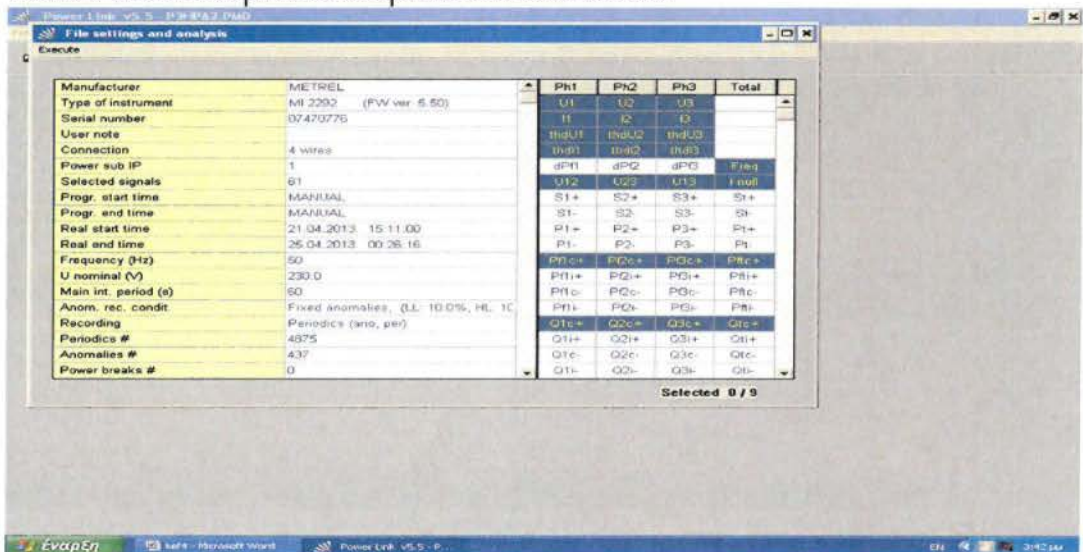


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<7%) στην τάση U1, U2 στις h2, h3 αρμονικές και υψηλή παραμόρφωση στην τάση U1h3: 514,9%.

• P3HPA2 (Ηλ. Πιν. 4^ο ορόφου- Ανάγκης 2^ο)

- PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (21/4/13 | 15.11:00 - 25/4/13 | 00.26:13)

Εικόνα 4.100 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα P3HPA2

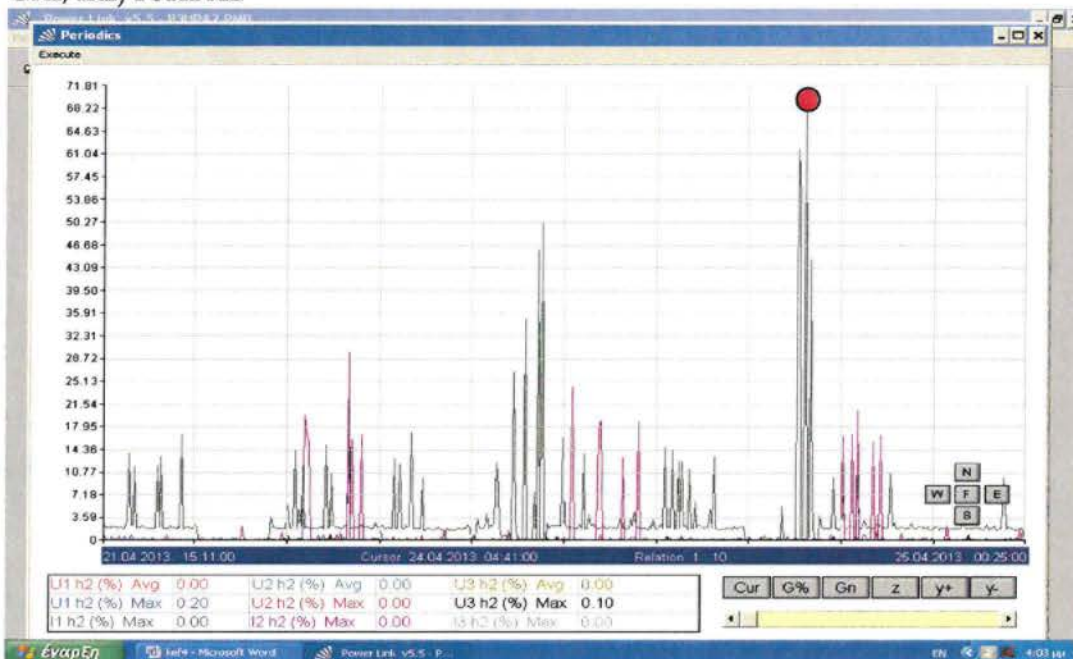


Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

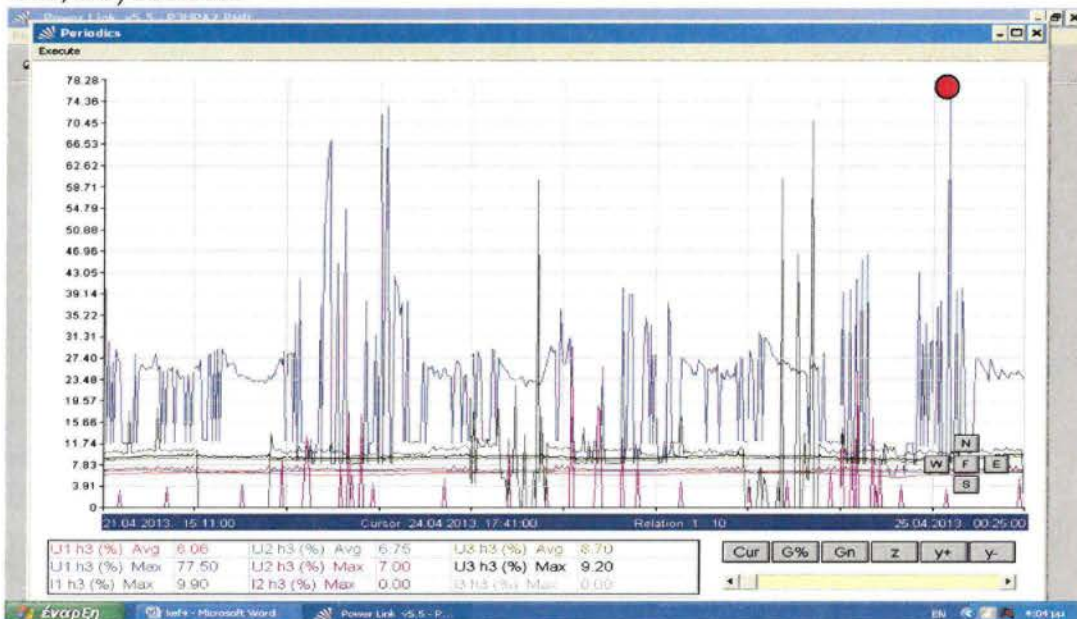
Εικόνα 4.101 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2) Ρ3ΗΡΑ2



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

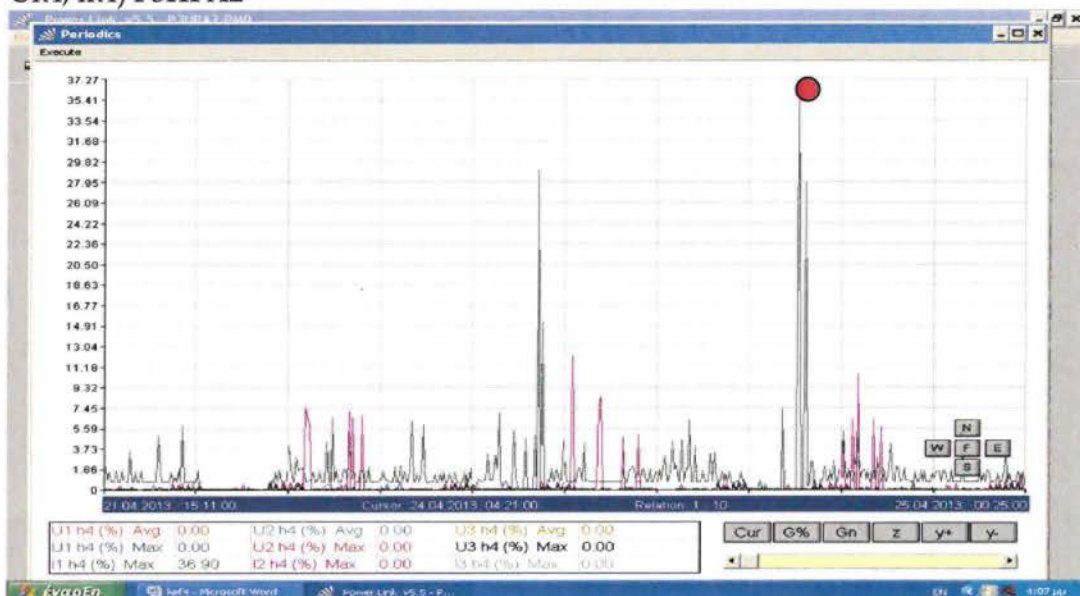
Εικόνα 4.102 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3) Ρ3ΗΡΑ2



(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4

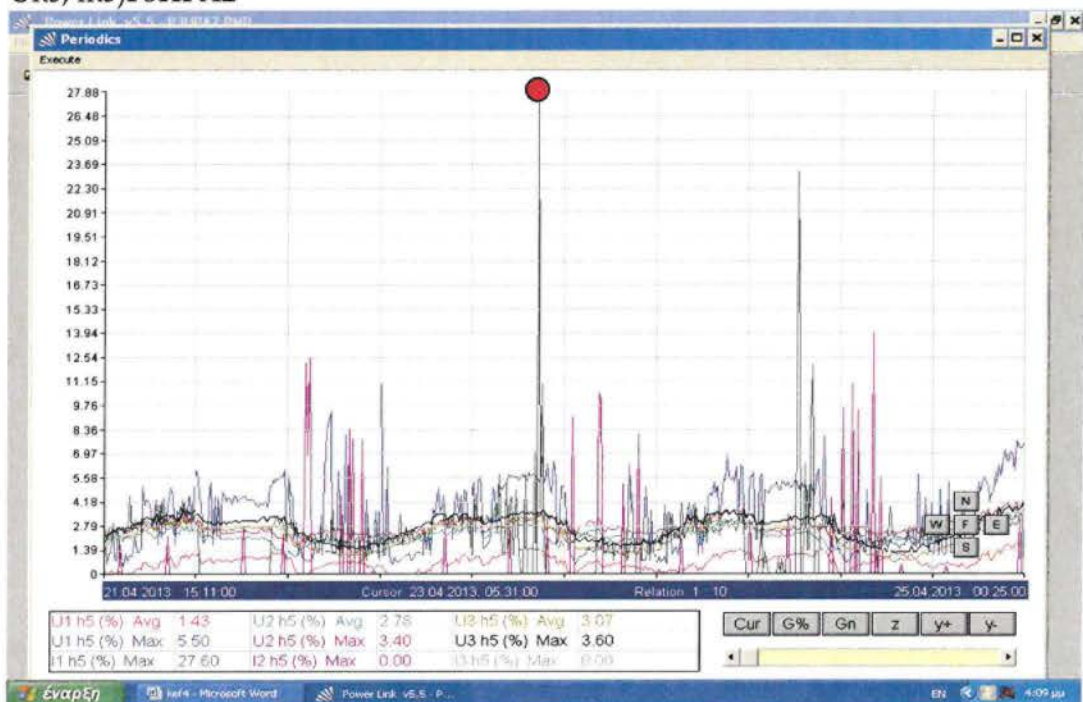
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.103 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4) P3HΡA2



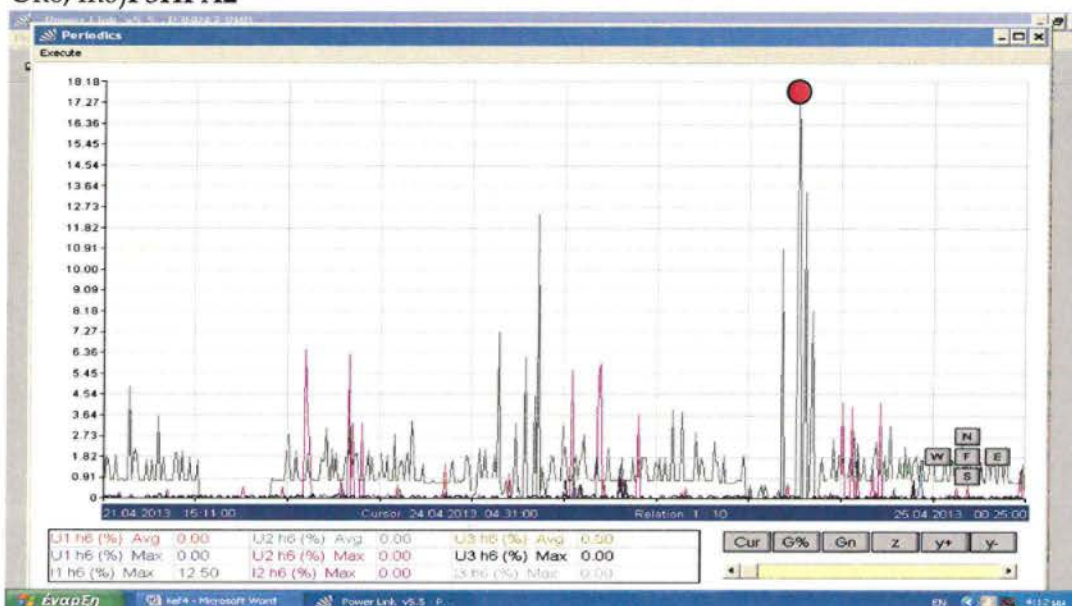
(d) Ph~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

Εικόνα 4.104 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5) P3HΡA2



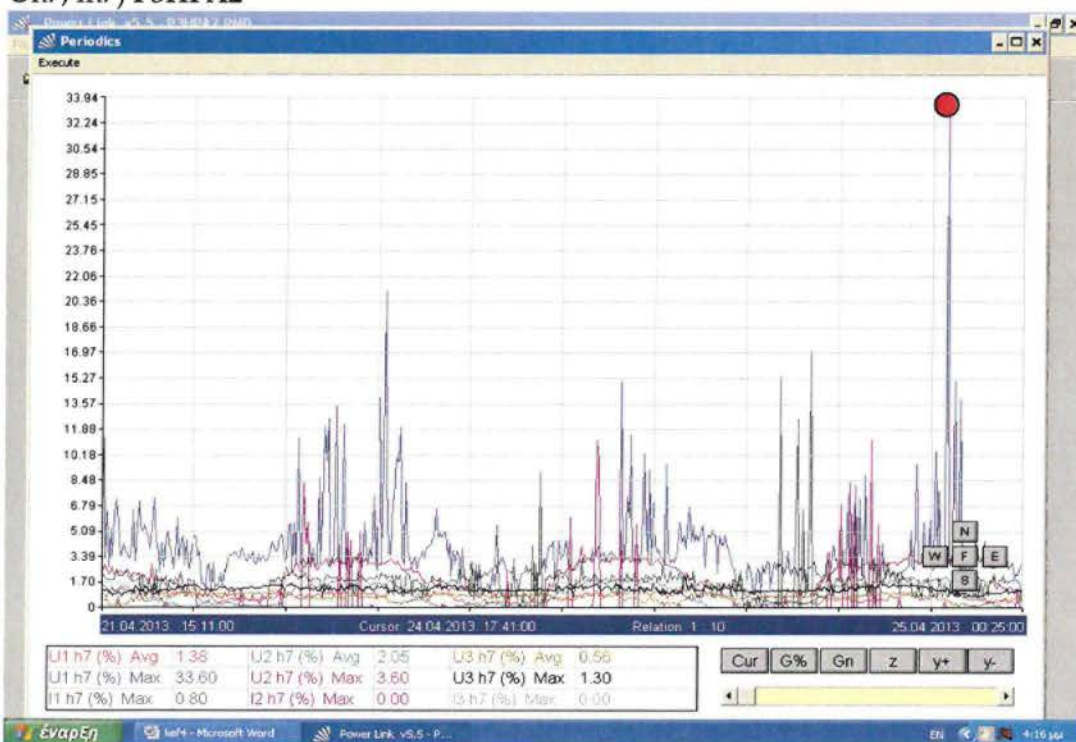
(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.105 Ανάλυση τριών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)P3HPA2



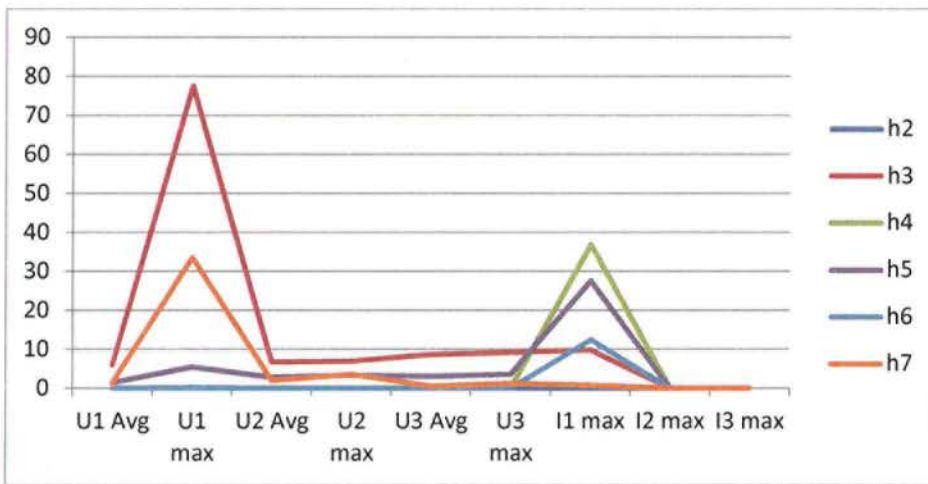
(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
 Η Ανάλυση περιδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.106 Ανάλυση τριών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7) P3HPA2



Πίνακας 4.13 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα P3HPA2 Αθηναϊκής Κλινικής

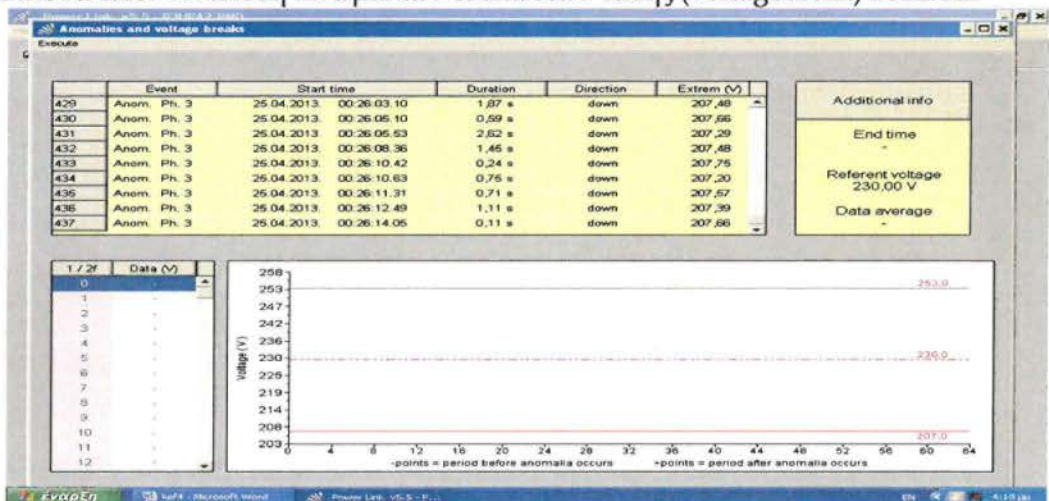
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,2	0	0	0	0,1	0	0	0
h3	6,06	77,5	6,75	7	8,7	9,2	9,9	0	0
h4	0	0	0	0	0	0	36,9	0	0
h5	1,43	5,5	2,8	3,4	3,07	3,6	27,6	0	0
h6	0	0	0	0	0	0	12,5	0	0
h7	1,4	33,6	2,05	3,6	0,6	1,3	0,8	0	0



Γράφημα 4.12 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα Ρ3ΗΡΑ2

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h3, h5, h7 στην τάση U1 (max) και στο ρεύμα I3 (max), h3, h4, h5, h6.

Εικόνα 4.107 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) Ρ3ΗΡΑ2

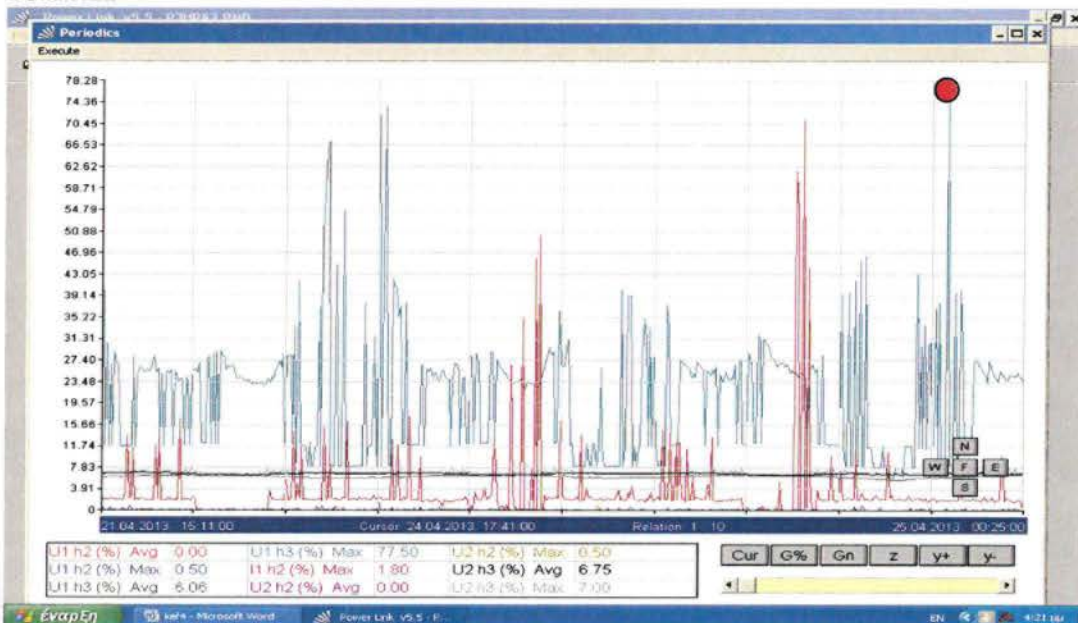


Max τιμή: 253,0 V
Average τιμή: 230,0 V

Min τιμή: 207,0 V

437 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.108 Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)
P3HPA2

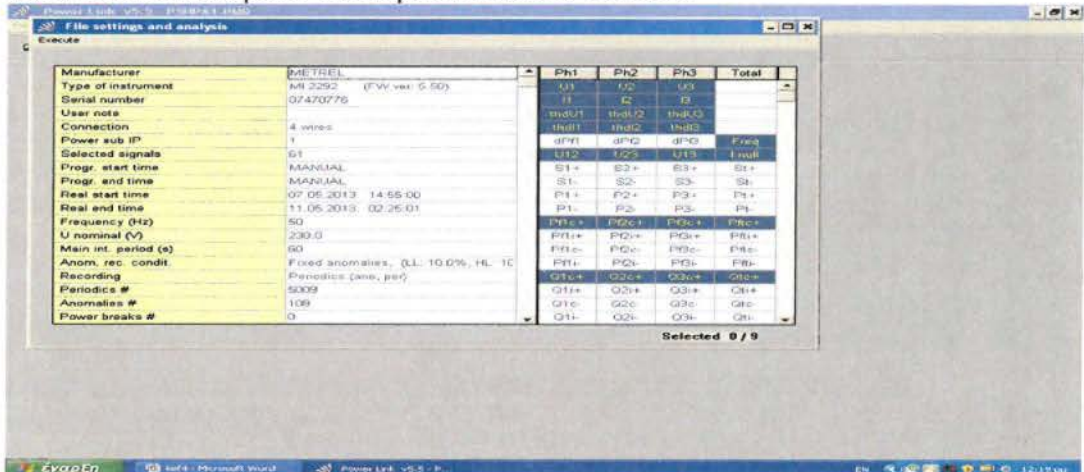


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<7%) στην τάση U1, U2 στις h2, h3 αρμονικές και υψηλή παραμόρφωση στην τάση U1h3: 77,5%.

- **P5HPA1 (Ηλ. Πιν. 5^ο ορόφου- Ανάγκης 1^οs)**

- **PERIODICS**: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (7/5/13 | 14.55:00 - 11/5/13 | 2.25:01)

Εικόνα 4.109 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα P5HPA1



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

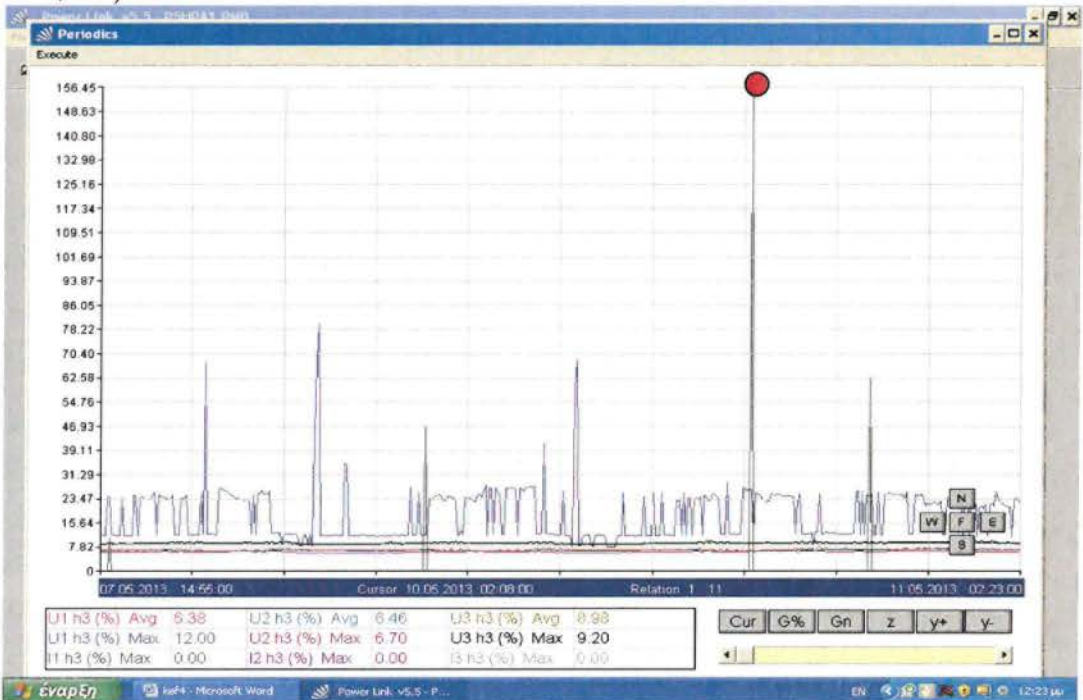
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.110 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2) P5HPA1



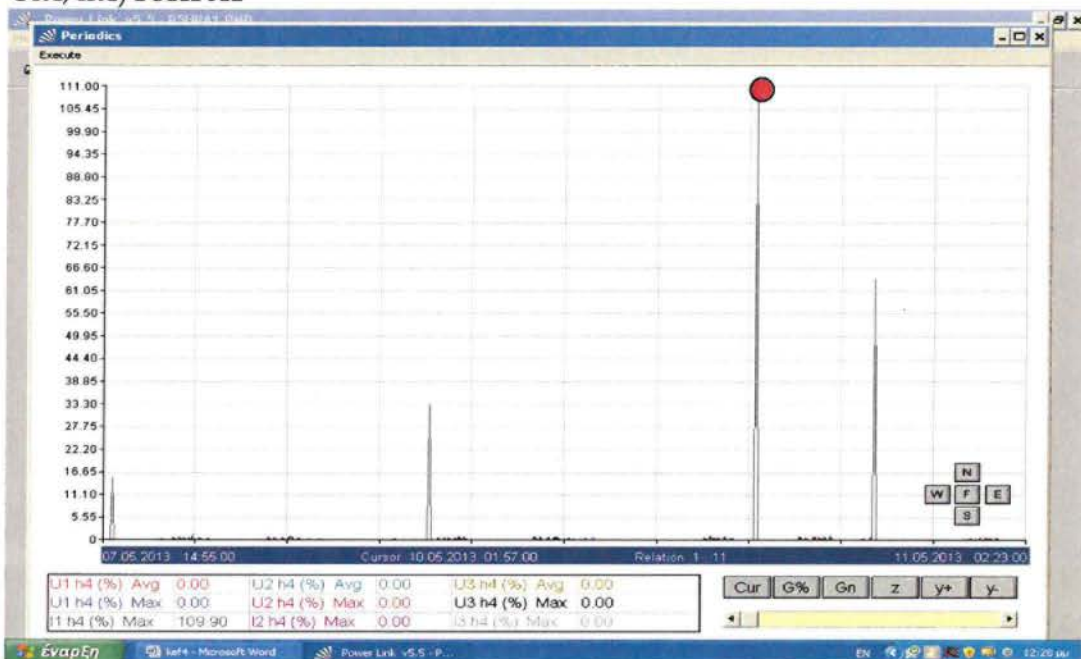
(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών **(b)** (Max&Average)

Εικόνα 4.111 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3) P5HPA1



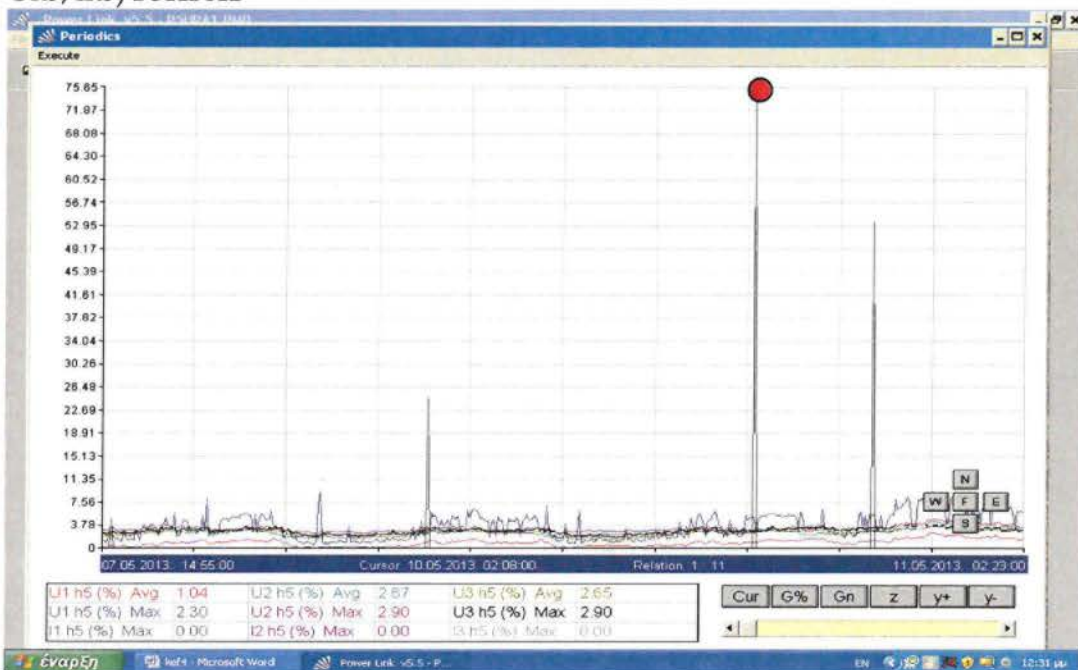
(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών **(c)** (Max&Average)

Εικόνα 4.112 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4) P5HPA1



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
Η Ανάλυση περιδικών τιμών (d) (Max&Average)

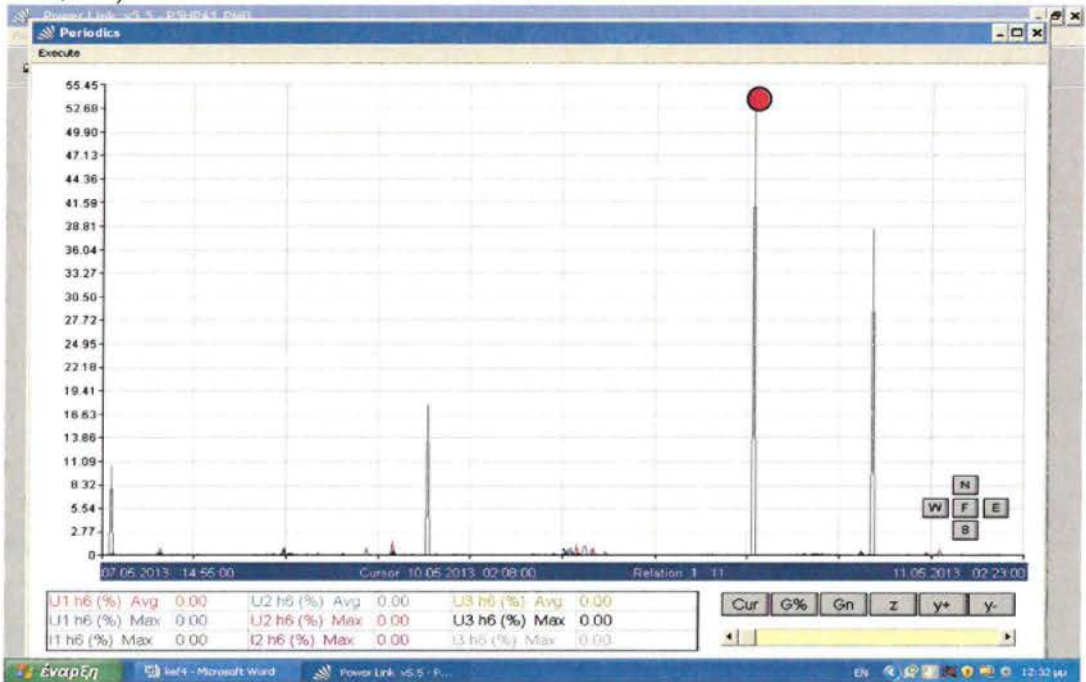
Εικόνα 4.113 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5) P5HPA1



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

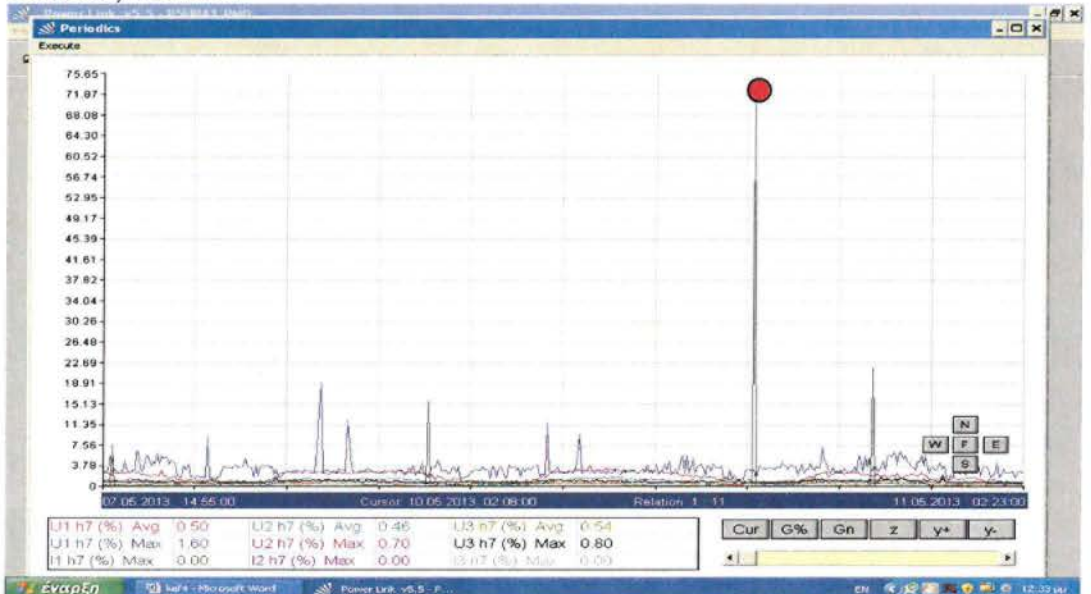
Εικόνα 4.114 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)P5HPA1



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

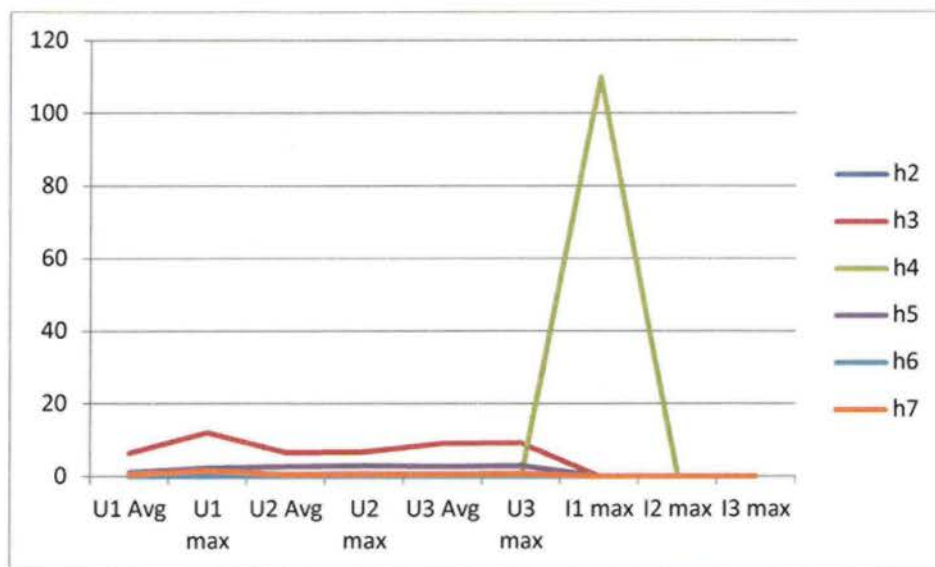
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.115 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7) P5HPA1



Πίνακας 4.14 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα P5HPA1 Αθηναϊκής Κλινικής

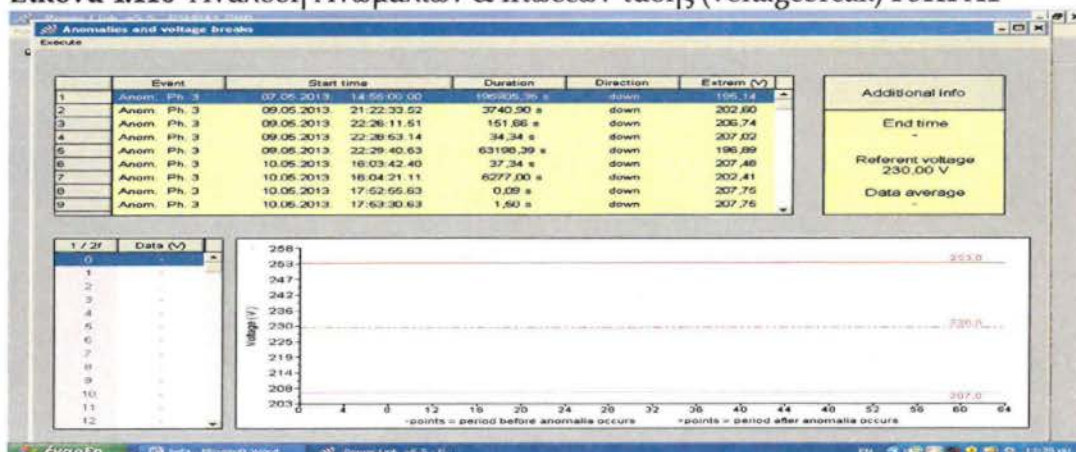
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
h3	6,4	12	6,5	6,7	9	9,2	0	0	0
h4	0	0	0	0	0	0	109,9	0	0
h5	1,04	2,3	2,7	2,9	2,7	2,9	0	0	0
h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h7	0,5	1,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0	0	0



Γράφημα 4.13 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα P5HPA1

Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στην αρμονική h4, στο ρεύμα I1 (max).

Εικόνα 4.116 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) P5HPA1

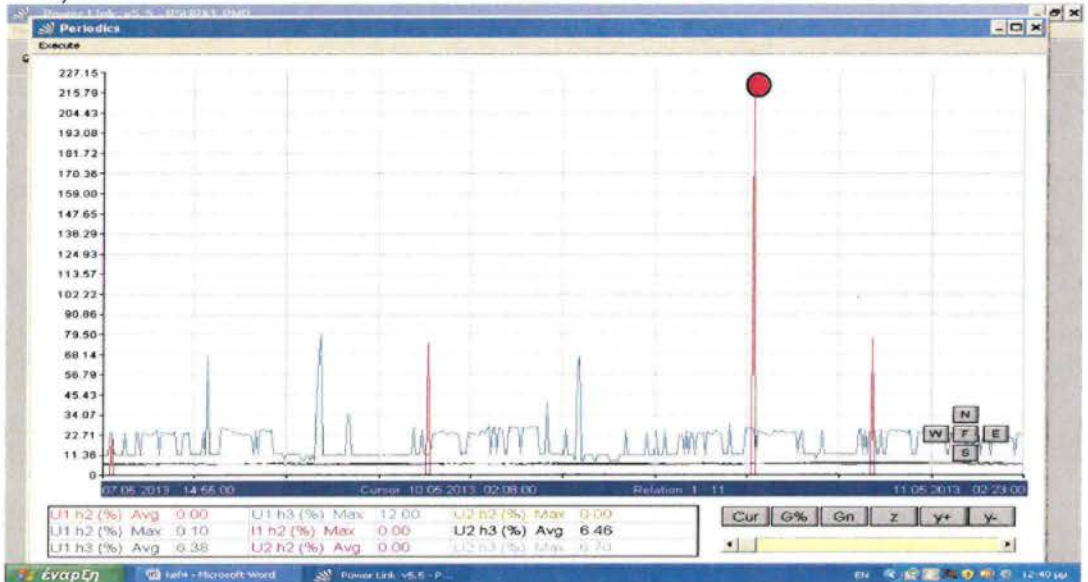


Max τιμή: 253,0 V
Average τιμή: 230,0 V

Μin τιμή: 207,0 V

108 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.117 Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)P5HPA1

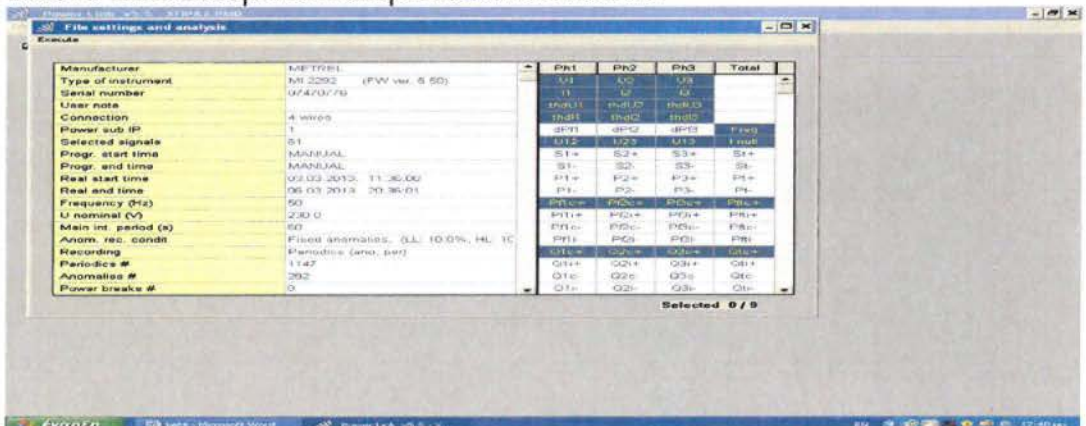


Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<12%) στην τάση U1, U2 στην h2, h3 αρμονικές.

- ΧΗΡΑ2 (Ηλ. Πίνακας Χειρουργείου Αίθουσα 2)

PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (3/3/13 | 11.36:00 – 6/3/13 | 20.36:01)

Εικόνα 4.118 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡΑ2

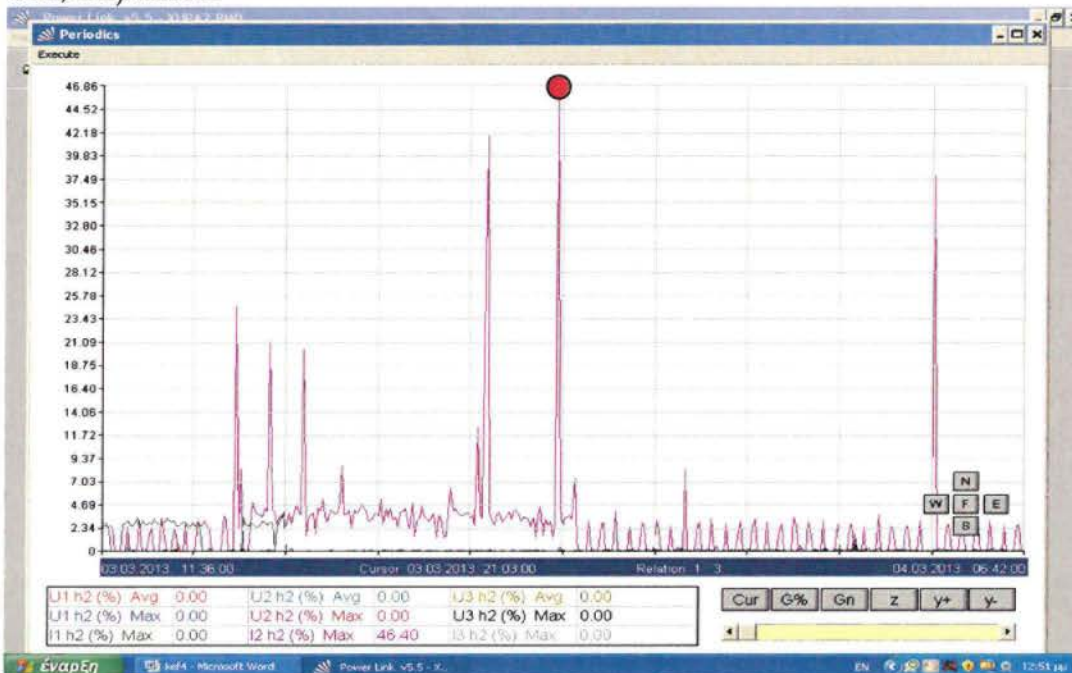


Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2

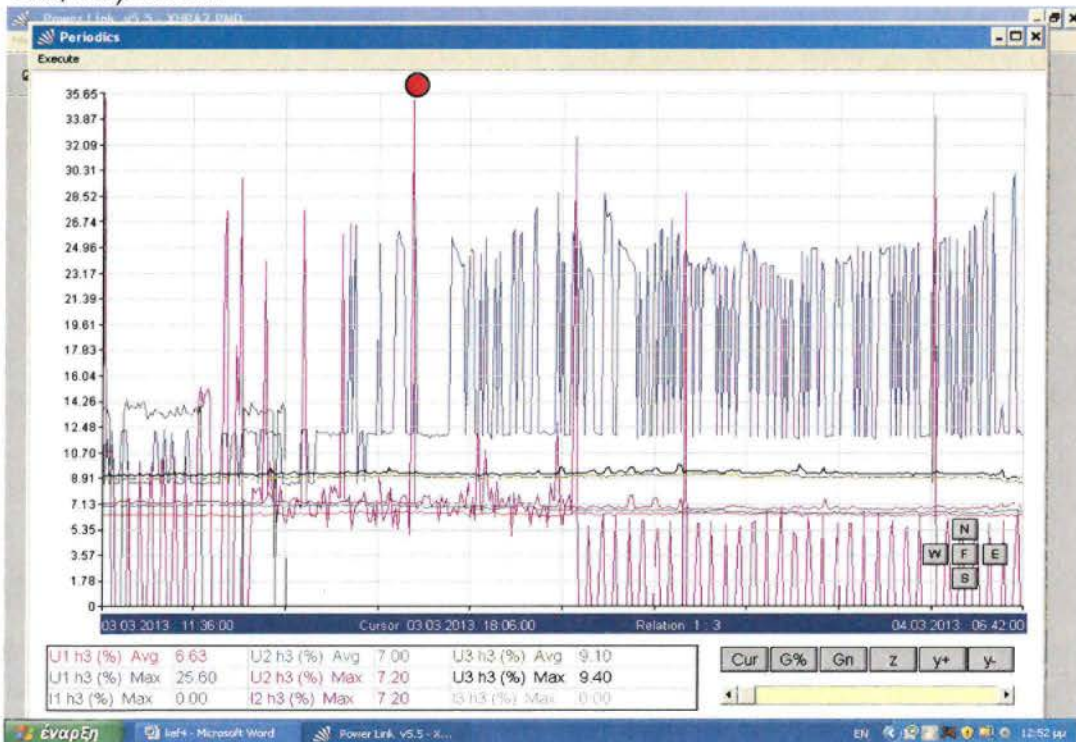
Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.119 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)ΧΗΡΑ2



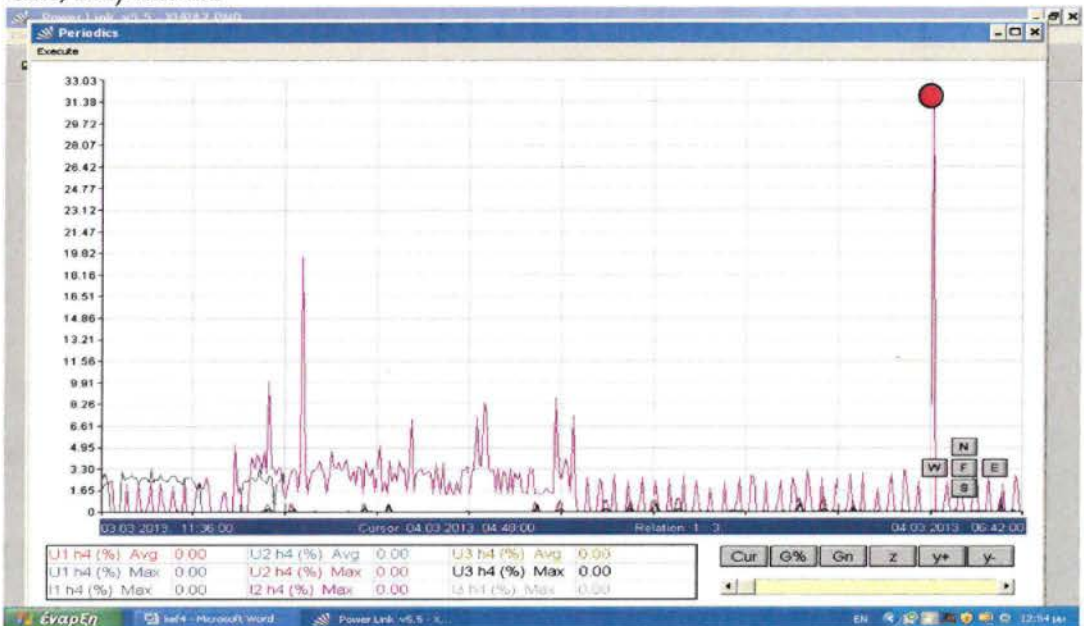
(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3
 Η Ανάλυση περιδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.120 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)ΧΗΡΑ2



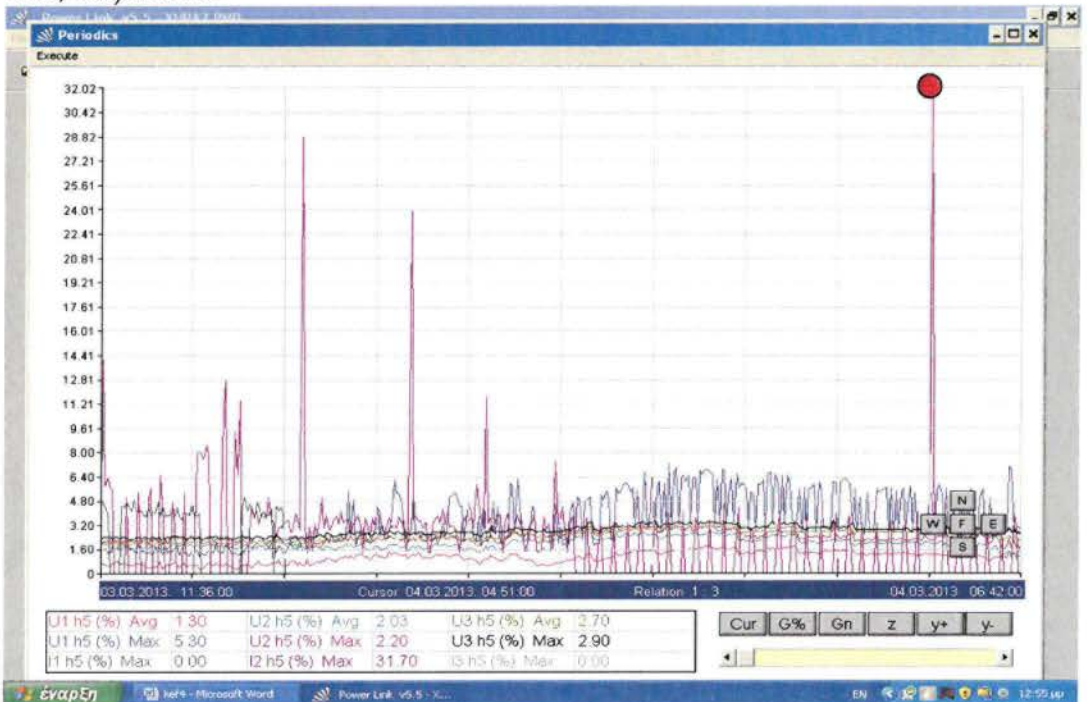
(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.121 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)ΧΗΡΑ2



(d) Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

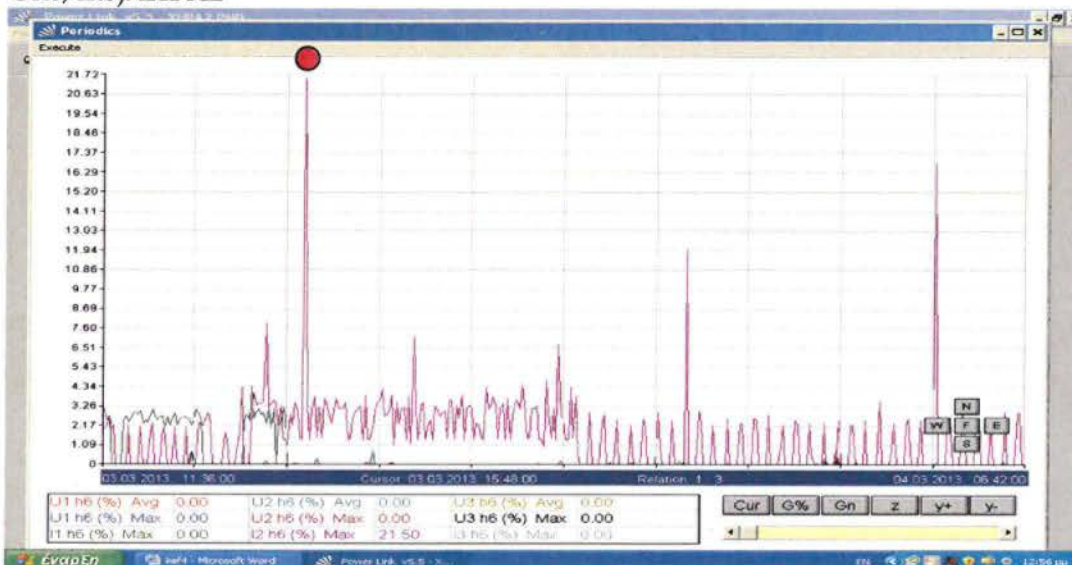
Εικόνα 4.122 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)ΧΗΡΑ2



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τμών (e) (Max&Average)

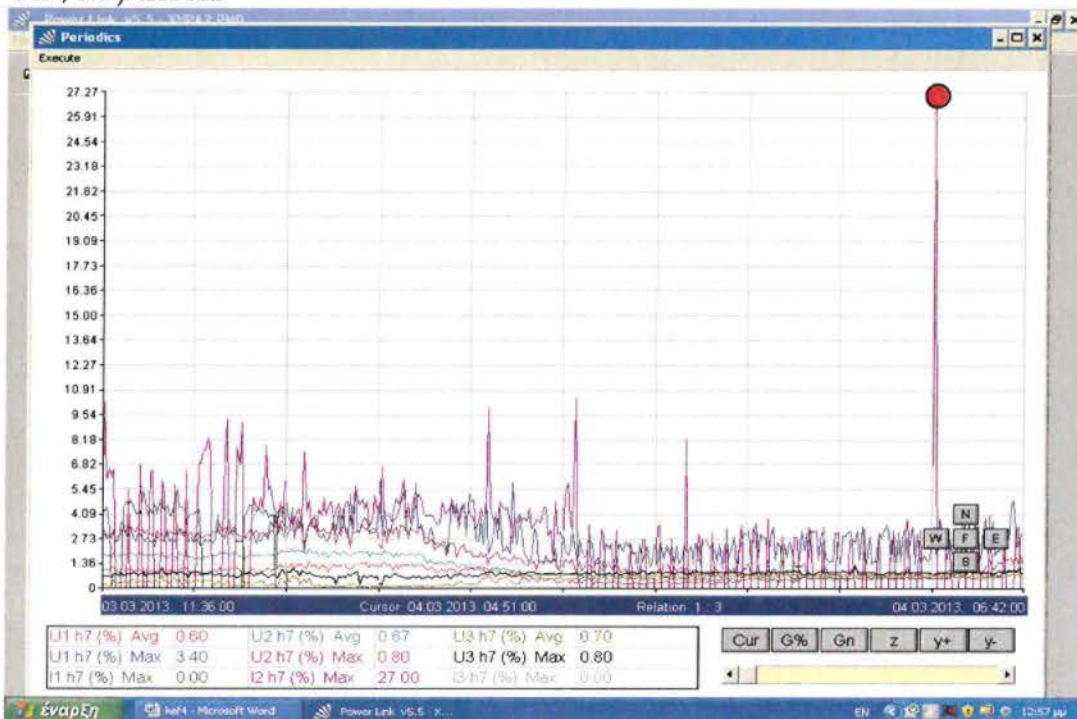
Εικόνα 4.123 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)ΧΗΡΑ2



(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7

Η Ανάλυση περιοδικών τμών (f) (Max&Average)

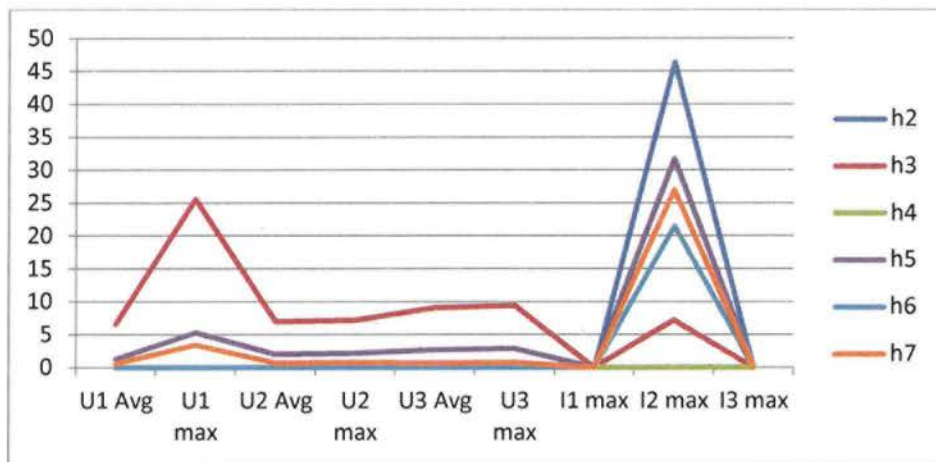
Εικόνα 4.124 Ανάλυση τμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)ΧΗΡΑ2



Πίνακας 4.15 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού

Πίνακα ΧΗΡΑ2 Αθηναϊκής Κλινικής

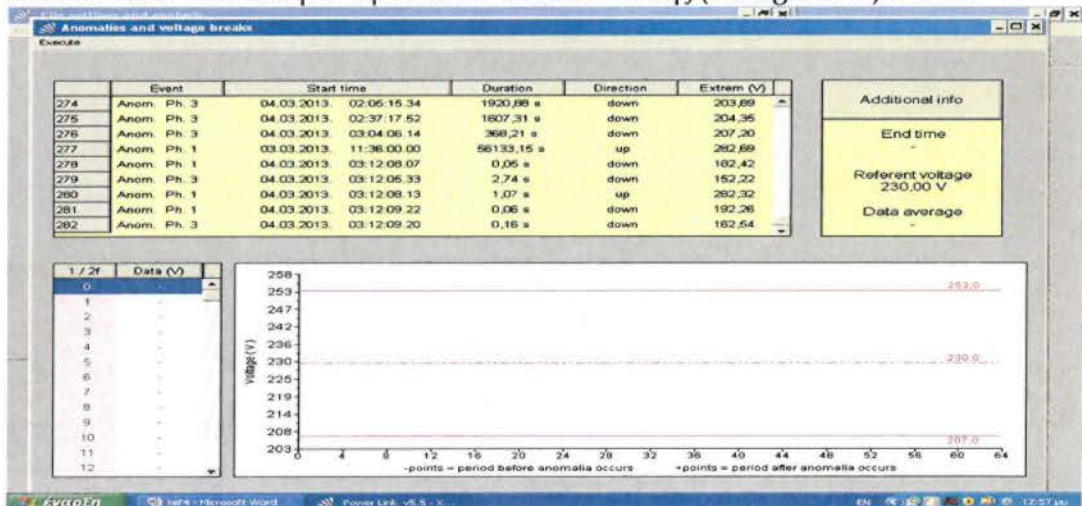
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	0	0	0	0	0	0	0	46,4	0
h3	6,6	25,6	7	7,2	9,1	9,4	0	7,2	0
h4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h5	1,3	5,3	2,03	2,2	2,7	2,9	0	31,7	0
h6	0	0	0	0	0	0	0	21,5	0
h7	0,6	3,4	0,7	0,8	0,7	0,8	0	27	0



Γράφημα 4.14 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡΑ2

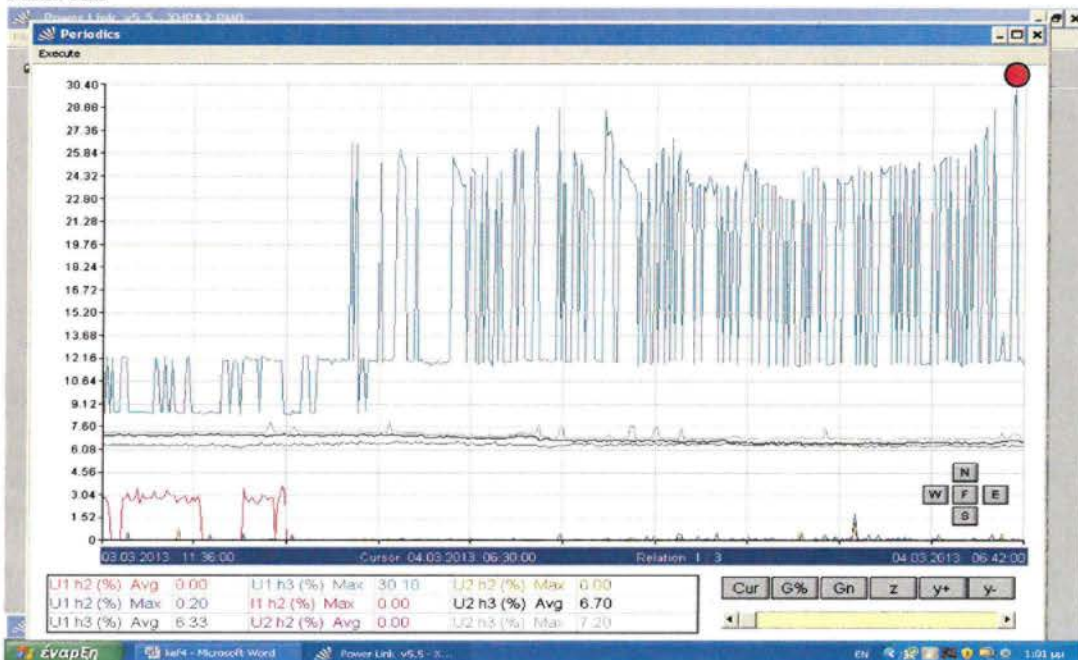
Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h3, h5, h6, h7 στο ρεύμα I2 (max). Επιπλέον, στην αρμονική h3 σε όλες τις τάσεις και στο ρεύμα I2 (max).

Εικόνα 4.125 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) ΧΗΡΑ2



Max τιμή: 253,0 V
 Average τιμή: 230,0 V
 Min τιμή: 207,0 V
 282 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

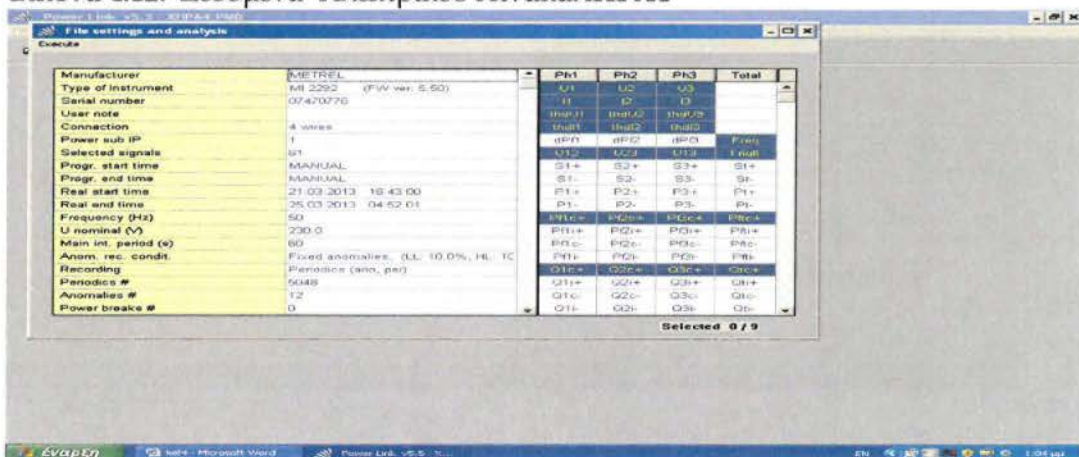
Εικόνα 4.126Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)
 ΧΗΡΑ2



Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<7,2%) στην τάση U1, U2 στις h2, h3 αρμονικές.

- ΧΗΡΑ4 (Ηλ. Πίνακας Χειρουργείου Αίθουσα 4)
 PERIODICS: ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων (21/3/13 | 16.43:00 - 25/3/13 | 4.52:01)

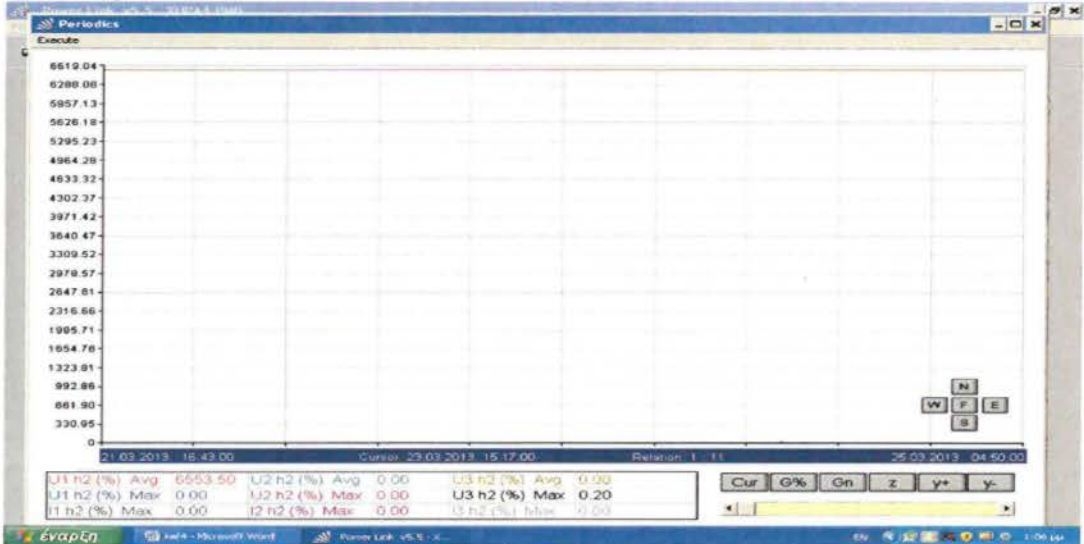
Εικόνα 4.127 Δεδομένα Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡΑ4



Η Διαδικασία επιλογής σημάτων για ανάλυση είναι η ακόλουθη:

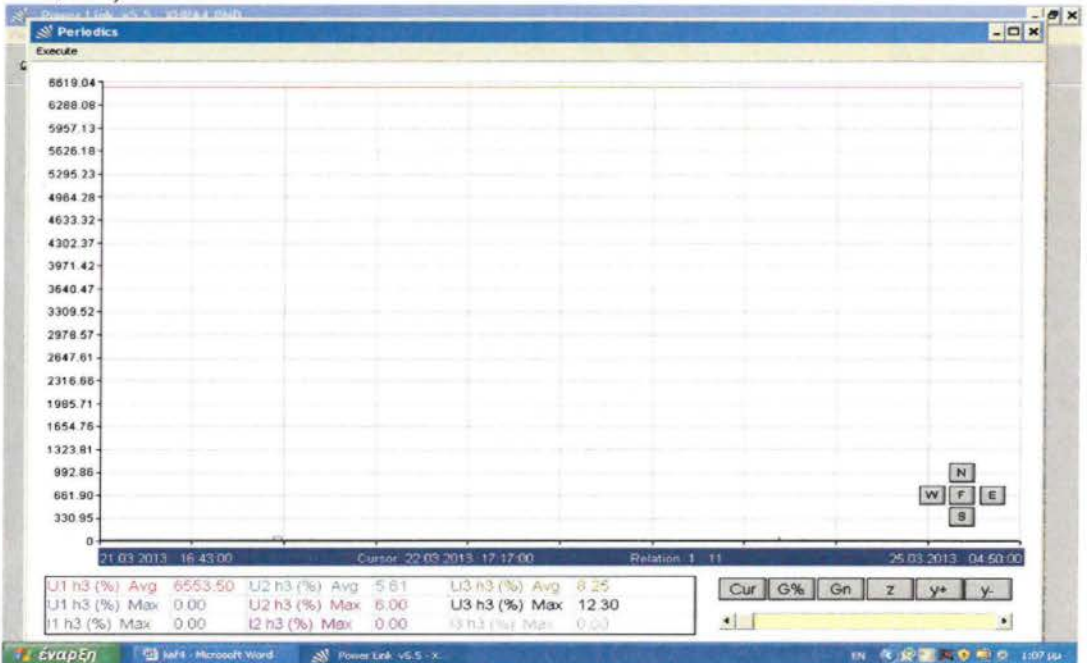
(a) Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (a) (Max&Average)

Εικόνα 4.128 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh2, Ih2 / Ph2~ Uh2, Ih2 / Ph3~ Uh2, Ih2)ΧΗΡΑ4



(b) Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (b) (Max&Average)

Εικόνα 4.129 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh3, Ih3 / Ph2~ Uh3, Ih3 / Ph3~ Uh3, Ih3)ΧΗΡΑ4



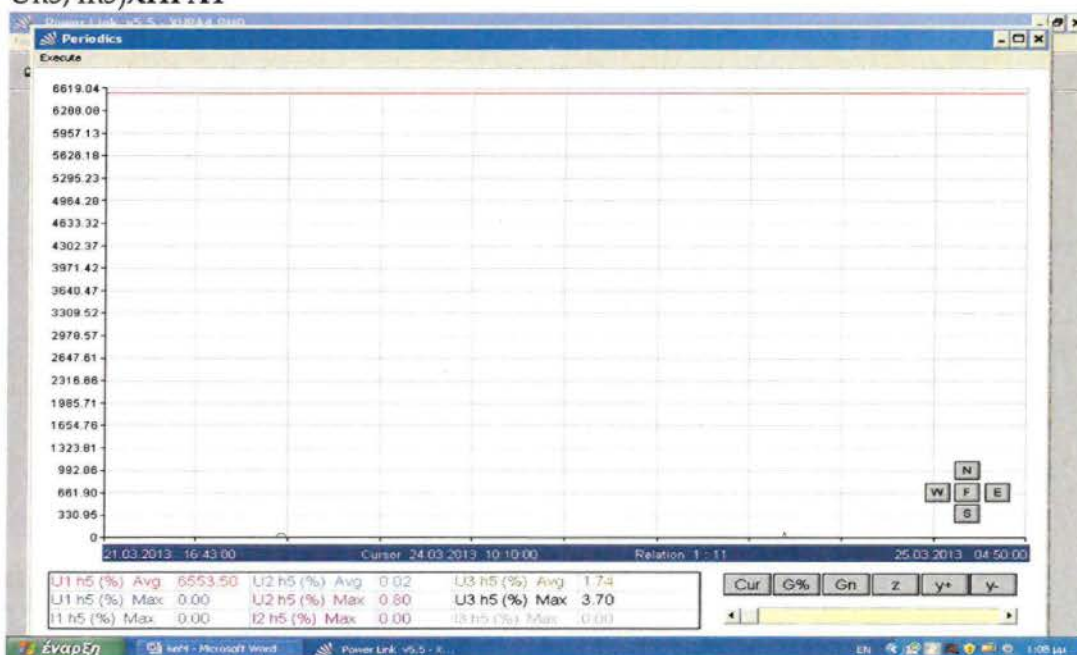
(c) Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (c) (Max&Average)

Εικόνα 4.130 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh4, Ih4 / Ph2~ Uh4, Ih4 / Ph3~ Uh4, Ih4)ΧΗΡΑ4



(d) Ph1~ Uh45, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (d) (Max&Average)

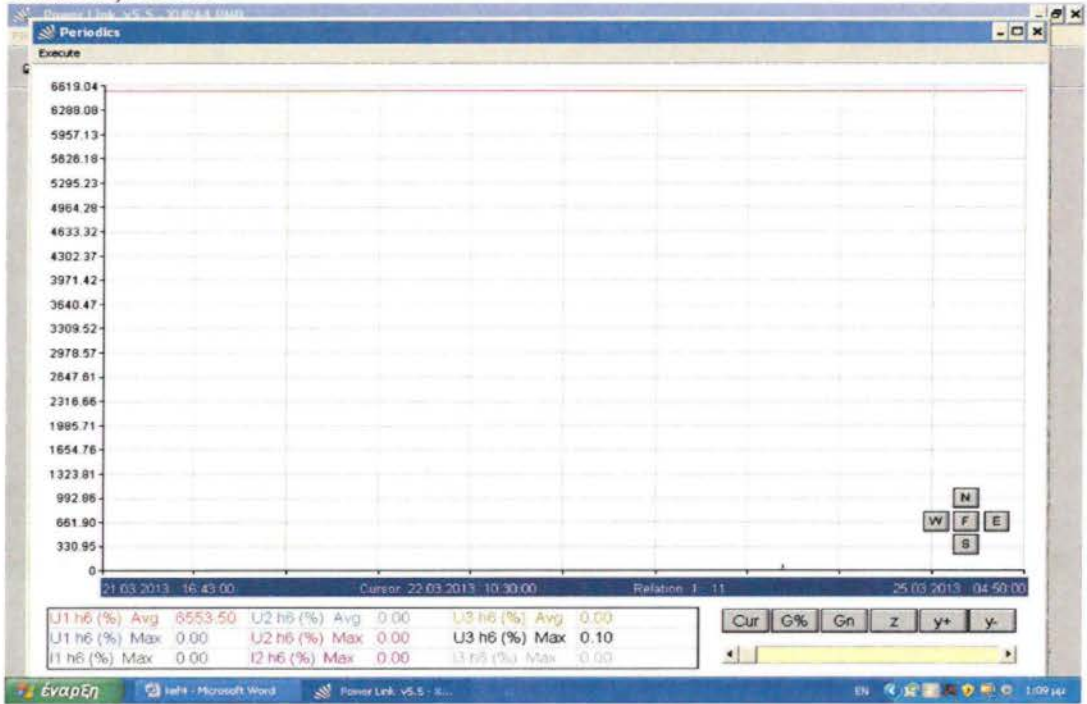
Εικόνα 4.131 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh5, Ih5 / Ph2~ Uh5, Ih5 / Ph3~ Uh5, Ih5)ΧΗΡΑ4



(e) Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6

Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (e) (Max&Average)

Εικόνα 4.132 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh6, Ih6 / Ph2~ Uh6, Ih6 / Ph3~ Uh6, Ih6)ΧΗΡΑ4



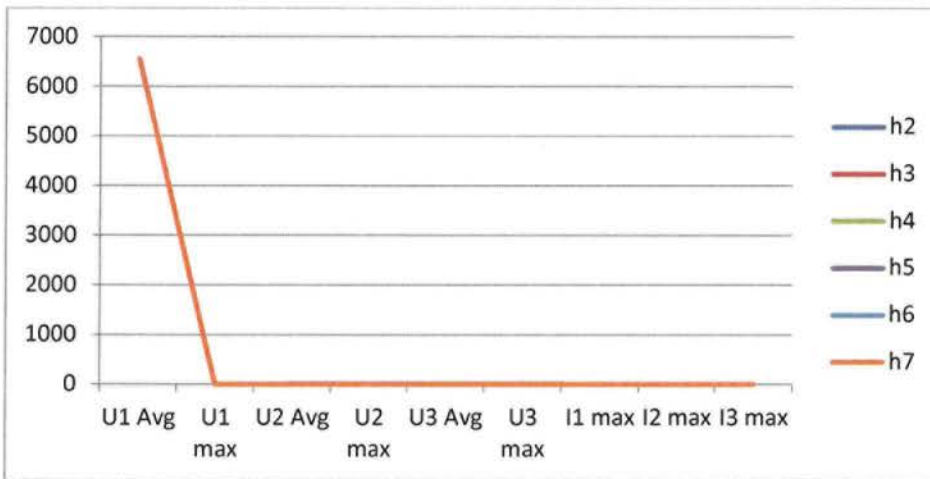
(f) Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7
 Η Ανάλυση περιοδικών τιμών (f) (Max&Average)

Εικόνα 4.133 Ανάλυση τιμών (periodics) (Ph1~ Uh7, Ih7 / Ph2~ Uh7, Ih7 / Ph3~ Uh7, Ih7)ΧΗΡΑ4



Πίνακας 4.16 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡΑ4 Αθηναϊκής Κλινικής

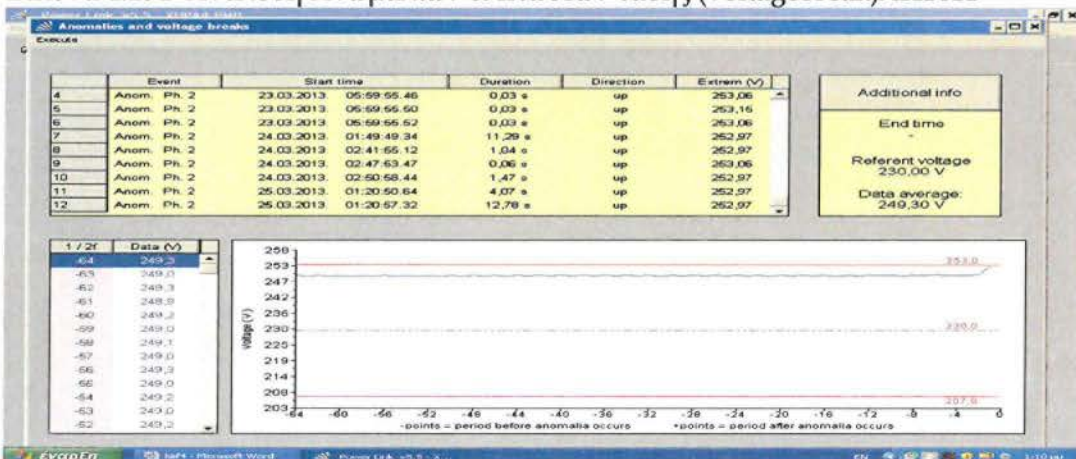
	U1 Avg	U1 max	U2 Avg	U2 max	U3 Avg	U3 max	I1 max	I2 max	I3 max
h2	6553,5	0	0	0	0	0,2	0	0	0
h3	6553,5	0	5,6	6	8,25	12,3	0	0	0
h4	6553,5	0	0	0	0	0,2	0	0	0
h5	6553,5	0	0,02	0,8	1,74	3,7	0	0	0
h6	6553,5	0	0	0	0	0,1	0	0	0
h7	6553,5	0	1,12	1,4	1,4	2,6	0	0	0



Γράφημα 4.15 Γραφική Απεικόνιση αρμονικών (h2-h7) Ηλεκτρικού Πίνακα ΧΗΡΑ4

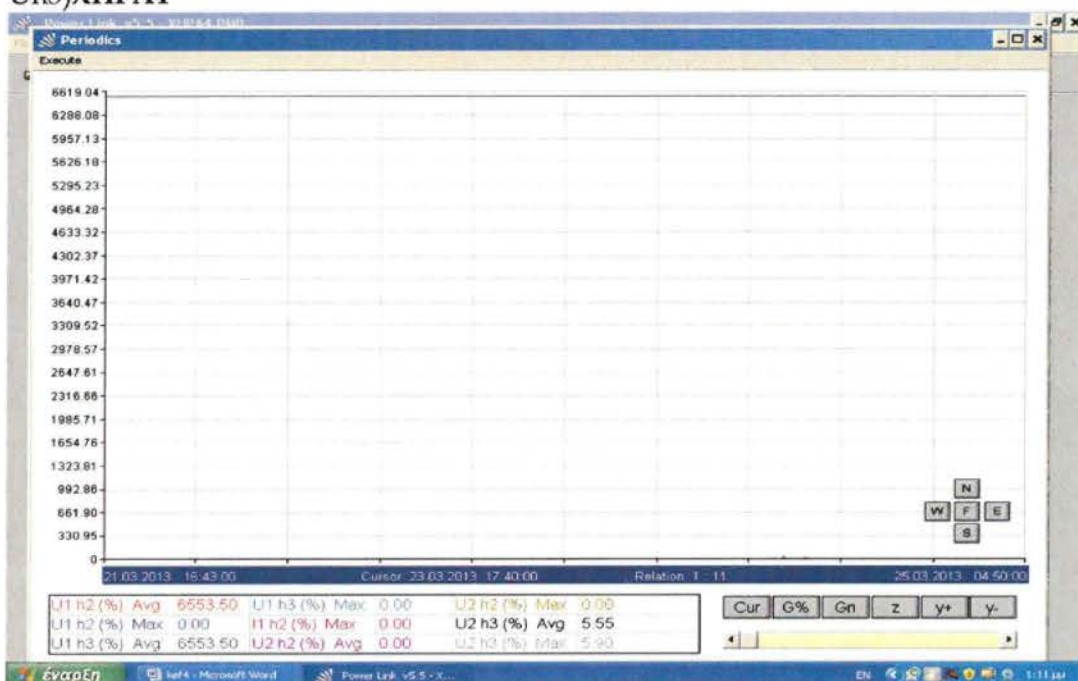
Διαπιστώνουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται για όλες τις αρμονικές, στην τάση U1 (Avg). Επίσης παρουσιάζεται παραμόρφωση και στην αρμονική h3 για όλες τις τάσεις εκτός από την U1 (max) & τα ρεύματα.

Εικόνα 4.134 Ανάλυση Ανωμαλιών & πτώσεων τάσης (voltagebreak) ΧΗΡΑ4



Max τιμή: 253,0 V
 Average τιμή: 230,0 V
 Min τιμή: 207,0 V
 12 γεγονότα ανωμαλιών (πτώσης τάσης)

Εικόνα 4.135Gn (Ph1~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph2~ Uh2, Ih2, Uh3 / Ph3~ Uh3, Ih3, Uh3)ΧΗΡΑ4



Παρατηρούμε, μικρή παραμόρφωση (<6%) στην τάση U1, U2 στις h2, h3 αρμονικές και υψηλή παραμόρφωση στην τάση U1h2 & U1h3: 6553,5%.

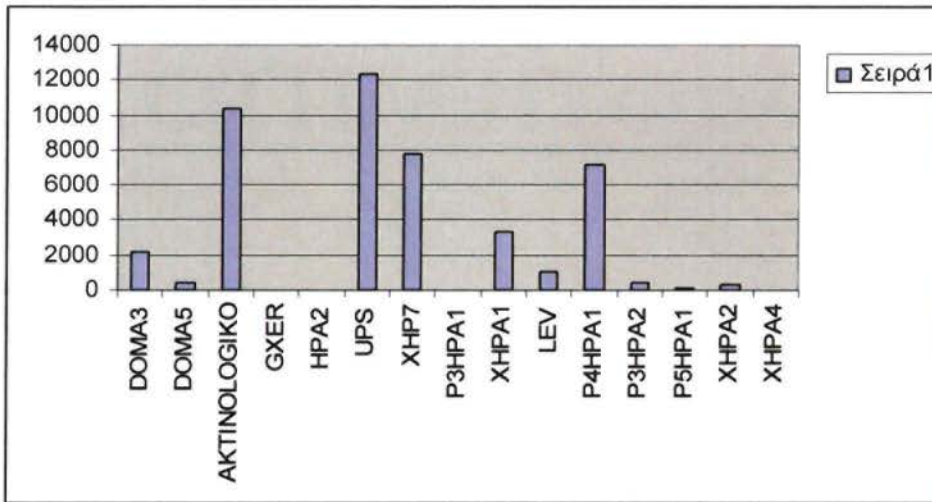
4.4 Ανάλυση Ανωμαλιών (γεγονότα καταγραφής)

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα γεγονότα ανωμαλίας κατά την διάρκεια καταγραφής. Επίσης, στο επόμενο γράφημα απεικονίζονται συνολικά τα γεγονότα ανωμαλίας ανά ηλεκτρικό πίνακα.

Πίνακας 4.17 Ηλεκτρικοί Πίνακες Αθηναϊκής Κλινικής με καταγραφές ανωμαλιών

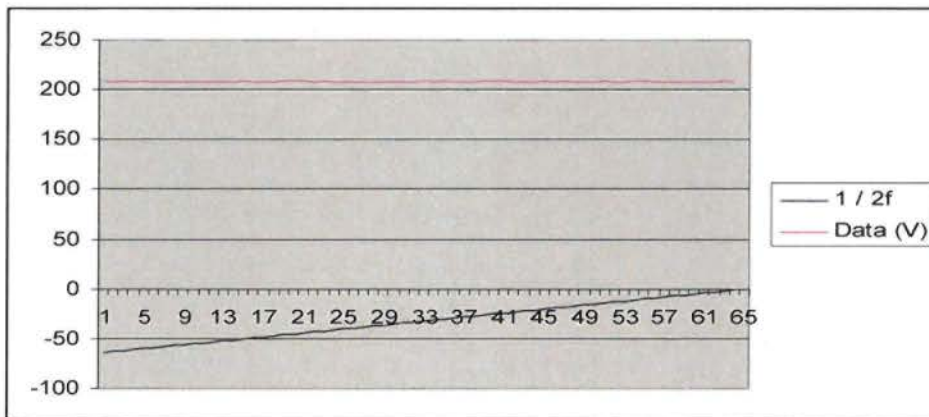
Όνομα	Ανωμαλίες (γεγονότα καταγραφής)
DOMA3	2170
DOMA5	455
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	10406
GXER	6
HPA2	24
UPS	12364
XHP7	7787

P3HPA1	18
XHPA1	3361
LEV	1054
P4HPA1	7188
P3HPA2	437
P5HPA1	108
XHPA2	282
XHPA4	12



Γράφημα 4.16 Γραφική Απεικόνιση των γεγονότων ανωμαλιών κατά την περίοδο καταγραφής των ηλεκτρικών πινάκων της κλινικής

Για παράδειγμα, στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται η ανάλυση ενός ηλεκτρικού πίνακα της κλινικής (Ακτινολογικό που φέρει φορτία) όσο αφορά τις ανωμαλίες των σημάτων τους:



Γράφημα 4.17 Γραφική Απεικόνιση των γεγονότων ανωμαλιών για τον Ηλεκτρικό πίνακα Ακτινολογικού

Κεφάλαιο ΠΕΜΠΤΟ

Συμπεράσματα και Προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Η *ενέργεια* εκφράζεται με την πράξη, την κίνηση, την προσπάθεια, την δύναμη ή την ικανότητα ενός σώματος για την παραγωγή κάποιου έργου. Ειδικότερα, στις φυσικές επιστήμες, η ενέργεια εκφράζεται με το έργο το οποίο μπορεί να αποδώσει μία δύναμη (βαρυτική, ηλεκτρομαγνητική κ.α.). Στο πλαίσιο της οικονομικής και βιομηχανικής δραστηριότητας, ο όρος ενέργεια δεν ταυτίζεται με τον αντίστοιχο όρο που χρησιμοποιείται στην Φυσική, αλλά αφορά τις πηγές ενέργειας οι οποίες συνήθως είναι τα ορυκτά καύσιμα και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Η ενέργεια στο οικονομικό επίπεδο είναι ένα ασαφές μέγεθος, που σχετίζεται με τις εκάστοτε διαθέσιμες πηγές ενέργειας. Έτσι, η ανάγκη διατήρησης της ενέργειας σχετικά με την οικονομική δραστηριότητα μέσω της εξοικονόμησης πηγών ενέργειας, αποτελεί ερευνητικό ζητούμενο. Η χρήση της ενέργειας έχει μόνο αποτέλεσμα την δραστική μείωση των ενεργειακών πόρων αλλά και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου επηρεάζεται από τις καύσεις των συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας και είναι αποτέλεσμα του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα να επιβαρύνει την υγεία των ανθρώπων και να υποβαθμίζει δραστικά το πλανήτη. Οι λόγοι αυτοί οδήγησαν στην ανάπτυξη μεθόδων και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται άμεσα με την ενεργειακή απόδοση ενός συστήματος. Ειδικότερα, στα κτίρια απαιτείται επέμβαση στο κτιριακό κέλυφος, στα συστήματα θέρμανσης-ψύξης, στον φωτισμό και γενικότερα στην ηλεκτρική εγκατάσταση μίας κατοικίας ή ενός μεγάλου κτιρίου. Η τεχνολογία των συστημάτων ελέγχου υποβοηθά προς αυτή την κατεύθυνση μέσω της βελτιστοποίησης του ενεργειακού φόρτου. Γενικά, οι παρεμβάσεις στοχεύουν στην πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας ώστε να αξιοποιούνται καλύτερα οι ενεργειακές πηγές και να περιορίζονται οι όποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία.

Το *νοσοκομείο* αποτελεί ένα ιδιαίτερο περιβάλλον με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις που αντιστοιχούν στις ανάγκες μιας μικρής πόλης. Η *εξοικονόμηση ενέργειας* στο νοσοκομείο συνδέεται κυρίως με το κτιριακό κέλυφος, τα συστήματα θέρμανσης-ψύξης, τον φωτισμό και γενικότερα στην ηλεκτρική εγκατάσταση. Το αυξημένο κόστος λειτουργίας των νοσοκομείων, και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος, οδηγεί στην ανάγκη υιοθέτησης μεθοδολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και εισαγωγής ΑΠΕ και σύγχρονων τεχνολογιών ενεργειακής διαχείρισης (π.χ. BEMS).

Η *Αθηναϊκή Κλινική (Mediclinic)* είναι μία νοσοκομειακή μονάδα με μακρόχρονη παράδοση στον τομέα της *Οφθαλμολογίας*, όπου σήμερα έχει εξελιχθεί σε μία σύγχρονη *Γενική Κλινική* που διαθέτει όλες τις ιατρικές ειδικότητες και ολοκληρωμένες ιατρικές υπηρεσίες. Ειδικότερα, διαθέτει σε επίπεδο υποδομής:

- 90 κλίνες
- 7 άρτια εξοπλισμένες χειρουργικές αίθουσες
- ΜΑΦ (Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας)
- σύγχρονο ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό
- υψηλής ευκρίνειας εξοπλισμό στο τομέα της απεικόνισης
- εξωτερικά ιατρεία πλήρως εξοπλισμένα με τμήμα επειγόντων περιστατικών

Η μηχανολογική εγκατάσταση περιλαμβάνει τις εξής εγκαταστάσεις:

- Ύδρευση

- Αποχέτευση ακαθάρτων
- Κλιματισμός - Θέρμανση - Αερισμό
- Ηλεκτροφωτισμό - Κίνηση
- Τηλέφωνα-Data
- Σύστημα κλήσης αδελφής
- Ηλεκτρικά ρολόγια
- Ραδιόφωνο - Τηλεόραση
- Μεγάφωνα
- Πυρανίχνευση, και
- Ιατρικά αέρια

Αντίστοιχα, η ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τα εξής:

- Ηλεκτροφωτισμός και Κίνηση
- Τηλέφωνα - Data
- Σύστημα κλήσης αδελφής
- Ηλεκτρικά ρολόγια
- Ραδιόφωνο - Τηλεόραση
- Μεγάφωνα

Η εγκατάσταση ηλεκτροφωτισμού - κίνησης, περιλαμβάνει υλοσταθμό στο υπόγειο του κτιρίου και σύνδεση στο δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ. Επιπλέον υπάρχει εγκατεστημένο Η/Ζ στο δώμα του κτιρίου, ενώ για τις παροχές αδιάλειπτο λειτουργίας υπάρχει κεντρικό UPS στο υπόγειο. Στα χειρουργεία και τα επείγοντα, προβλέπονται πίνακες αποκλειστικά για τον κάθε χώρο με παροχή από ΔΕΗ και UPS, μέσω μετασχηματιστών απομόνωσης. Το cosφ της εγκατάστασης διατηρείται ίσο προς 1,0. Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του νοσοκομείου περιλαμβάνουν:

- Υποσταθμό ΔΕΗ
- Πίνακας μέσης τάσης
- Μετασχηματιστή
- Ηλεκτροπαραγωγικό Ζεύγος Η/Ζ:
- Σύστημα UPS
- Πυκνωτές αντιστάθμισης
- Πεδία χαμηλής τάσης
- Εγκατάσταση χαμηλής τάσης 380/220 V- Διανομή, που περιλαμβάνει:
 - Πίνακες
 - Κατανομή πινάκων
 - Κεντρικά δίκτυα διανομής
 - Προστασία γραμμών
 - Τροφοδοσία χώρων ιατρικής χρήσης 1, 1^Ε, 2^Ε
 - Προστασία θερμικής υπερφόρτωσης
 - Σύστημα γειώσεων - αλεξικέραυνο: (ξεχωριστά τρίγωνα γείωσης, γειώσεις ιατρικών χώρων 1, 1^Ε, 2^Ε, εγκατάσταση αλεξικέραυνου)

Στην εγκατάσταση γίνεται χρήση φωτιστικών σωμάτων φθορισμού έμμεσου ή άμεσου φωτισμού, υψηλής φωτιστικής απόδοσης, χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, με λαμπτήρες υψηλού δείκτη χρωματικής απόδοσης (Ra > 85).

Τέλος, με την βοήθεια του οργάνου METREL, μετρήθηκαν 15 ηλεκτρικοί πίνακες (Παράρτημα 4):

- DOMA3 (Δώμα 3^ο ορόφου)
- DOMA5 (Δώμα 5^ο ορόφου)

- ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ (Ακτινολογικό)
- GXER (Γενικό Χειρουργείο)
- HPA2 (Ηλεκτρικός Πίνακας Ανάγκης 2^{ου} ορόφου)
- UPS (Ηλεκτρικός Πίνακας UPS)
- ΧΗΡ7 (Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 7)
- Ρ3ΗΡΑ1 (Ηλεκτρικός Πίνακας 3^{ου} ορόφου -Ανάγκης 1^{ος})
- ΧΗΡΑ1 (Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 1)
- LEV(Λεβητοστάσιο)
- Ρ4ΗΡΑ1 (Ηλεκτρικός Πίνακας 4^{ου} ορόφου-Ανάγκης 1^{ος})
- Ρ3ΗΡΑ2 (Ηλεκτρικός Πίνακας 4^{ου} ορόφου-Ανάγκης 1^{ος})
- Ρ5ΗΡΑ1 (Ηλεκτρικός Πίνακας 5^{ου} ορόφου-Ανάγκης 1^{ος})
- ΧΗΡΑ2 (Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 2)
- ΧΗΡΑ4 (Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 4)

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα τελικά αποτελέσματα από τις μετρήσεις:

Πίνακας 5.1 Τελικά Αποτελέσματα Ηλεκτρικών Πινάκων Αθηναϊκής Κλινικής

Όνομα	Περιγραφή	Φορτίο	Αποτελέσματα
DOMA3	Δώμα 3 ^{ου} ορόφου	3 κλιματιστικές μονάδες, 6 VRV	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h3, h4, h7 στο ρεύμα I2 (max)
DOMA5	Δώμα 5 ^{ου} ορόφου	5 κλιματιστικές μονάδες, 2 αντλίες απαγωγής αναπνευστικού αερίου, 6 αντλίες κυκλοφορίας ψυχρού νερού, φωτισμός	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2,h3, h4, h5 στα ρεύματα I3 (max) & I1 (h2), και τάση U1 (max) στην αρμονική h3
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	Ακτινολογικό	Ακτινολογικό μηχάνημα	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h3, h4, h6, h7 στα ρεύματα I1,I2,I3 (max), με εξαίρεση την h5 που έχει ελάχιστη. Οι αρμονικές h3, h7 έχουν μία πτώση στο I3 (max)

GXER	Γενικός πίνακας Χειρουργείου	Φωτισμός & κίνηση, 2 αναβοτόρια, 6 κλίβανοι Εργαλείων, διαφανοσκόπιο	η μεγαλύτερη παραμόρφωση παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h4, h6, h7 στο ρεύμα I1,(max) και στις τάσεις U,U2,U3, στην αρμονική h3, και λιγότερο στην αρμονική h5
HRA2	Ηλεκτρικός Πίνακας Ανάγκης 2 ^{οο} ορόφου	Φωτισμός & κίνηση, διαφανοσκόπιο ,	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές για την τάση U2 (Avg)
UPS	Ηλεκτρικός Πίνακας UPS	Φωτισμός & κίνηση, 7 ηλεκτρικοί πίνακες χειρουργείων, 2 κλιματιστικές μονάδες ac split units inverder, περίπου 50 ηλεκτρονικοί υπολογιστές, servers, πυρασφάλεια, μεγαφωνική εγκατάσταση, τηλεφωνικό κέντρο	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές στα ρεύματα I1,I2,I3 (max) και επίσης, στις αρμονικές h2 &h3, για τις τάσεις U1, U2, U3 (max) &h4 για U1, U2 (max)
XHP7	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείου Αίθουσα 7	Συσκευή διαθερμίας, ακτινοσκοπικό μηχάνημα, κλίβανος, διαφανοσκόπιο, φωτισμός&κίνηση, φακοθρυψία, αναισθησιολογικός & λαπαροσκοπικός πύργος , χειρουργική τράπεζα	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h3,h4,h5, h6 στο ρεύμα I3 (max) &U1 (max) h7 αρμονική
P3HRA1	Ηλεκτρικός Πίνακας 3 ^{οο} ορόφου -Ανάγκης 1 ^{οο}	Φωτισμός & κίνηση , διαφανοσκόπιο , σύστημακλήσης αδελφής, 4 υπολογιστές, ηλ. κρεβάτια,	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h3, h5, h7 στις τάσεις U1,U2,U3 (max&Avg)
XHPA1	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 1	Μικροσκόπιοοφθαλμολογικό, κλίβανος, 2 καταγραφικά, φακοθρυψία, φωτισμός & κίνηση , χειρουργική τράπεζα	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές για το ρεύμα I1 (max). Επίσης, η h3 έχει μεγάλη τιμή για όλες τις τάσεις
LEV	Ηλεκτρικός Πίνακας	Καυστήρας, 6 κυκλοφορητές	η μεγαλύτερη

	Λεβητοστασίου	ζεστού νερού κλιματισμού, 2 κυκλοφορητές ζεστού νερού χρήσης, 2 κυκλοφορητές ανακυκλοφορίας ζεστού νερού χρήσης, 2 εξαεριστήρες	τιμή παρουσιάζεται σε όλες τις αρμονικές στην τάση U1 (Avg) και επιπλέον υψηλή τιμή στην αρμονική h3 για όλες τις τάσεις και τα ρεύματα
P4HRA1	Ηλεκτρικός Πίνακας 4 ^{ου} ορόφου-Ανάγκης 1 ^{ος}	Φωτισμός & κίνηση, 4 υπολογιστές, ηλ. κρεβάτια	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h2, h7 στο ρεύμα I3 (max)
P3HRA2	Ηλεκτρικός Πίνακας 4 ^{ου} ορόφου-Ανάγκης 2 ^{ος}	Φωτισμός & κίνηση, 4 υπολογιστές, ηλ. κρεβάτια	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στις αρμονικές h3, h5, h7 στην τάση U1 (max) και στο ρεύμα I3 (max), h3, h4, h5, h6
P5HRA1	Ηλεκτρικός Πίνακας 5 ^{ου} ορόφου-Ανάγκης 1 ^{ος}	Φωτισμός & κίνηση, 4 υπολογιστές, ηλ. κρεβάτια	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στην αρμονική h4, στο ρεύμα I1 (max)
XHRA2	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 2	Μικροσκόπιο οφθαλμολογικό, κλίβανος, 2 καταγραφικά, φακοθρυψία, φωτισμός & κίνηση, χειρουργική τράπεζα	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στην αρμονική h4, στο ρεύμα I1 (max)
XHRA4	Ηλεκτρικός Πίνακας Χειρουργείο Αίθουσα 4	Ουρολογικός πύργος, αναισθησιολογικό πύργο, κλίβανος, 2 καταγραφικά, διαθερμία, φωτισμός & κίνηση, χειρουργική τράπεζα	η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται για όλες τις αρμονικές, στην τάση U1 (Avg). Επίσης παρουσιάζεται υψηλή τιμή και στην αρμονική h3 για όλες τις τάσεις εκτός από την U1 (max) & τα ρεύματα

Διαπιστώθηκε ότι οι Πίνακες των Χειρουργείων (χρήση ιατρικών μηχανημάτων & φωτισμού), οι πίνακες των δωματίων (κλιματιστικά) είχαν τα μεγαλύτερα φορτία. Από την άλλη οι αντίστοιχοι πίνακες είχαν και το μεγαλύτερο αριθμό γεγονότων ανωμαλιών (πτώσεων τάσεων) και οπότε χρήζουν την μεγαλύτερη παρέμβαση έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί το παραγόμενο ενεργειακό φορτίο.

Όσο αφορά τις αρμονικές, αυτές είναι ακέραια πολλαπλάσια της θεμελιώδους συχνότητας μιας περιοδικής διαδικασίας. Αν μια περιοδική τάση $v(t)$ με περίοδο T αναλυθεί σε σειρά Fourier δίνει (Καμπούρη, 2006):

$$V(t) = \alpha_0 + \sum \alpha_i \cos(i\omega_0 t + \varphi_i), \quad \omega_0 = 2\pi / T \quad (5.1)$$

τότε η ποσότητα i στο άθροισμα καλείται αρμονική.

Αντίθετα με φαινόμενα όπως υπερτάσεις, διακοπές τροφοδοσίας κλπ, τα οποία είναι μικρής διάρκειας και μεταβατικής φύσης (transient), οι αρμονικές παρουσιάζονται κατά τη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας του συστήματος (steady state). Η παρουσία αρμονικών στην τάση και την ένταση οφείλεται κυρίως στην ύπαρξη μη γραμμικών φορτίων δηλαδή φορτίων που ενώ τροφοδοτούνται από ημιτονοειδή πηγή τάσης, το ρεύμα τους δεν είναι ημιτονοειδές.

Οι επιπτώσεις των αρμονικών συνδέονται είτε με την αύξηση του πλάτους είτε της ενεργού τιμής είτε του φάσματος τόσο της τάσης όσο και της έντασης. Οι επιπτώσεις αυτές επισημάνθηκαν σε μία δημοσίευση της ομάδας εργασίας της IEEE πάνω στις επιπτώσεις των αρμονικών, IEEE Task Force on the Effects of Harmonics on Equipment (IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 8, No. 2, April 1993). Σύμφωνα με αυτήν, εξαιτίας των αρμονικών ενδέχεται να λειτουργήσουν λανθασμένα *συσκευές προστασίας* ειδικά αυτές που χρησιμοποιούν θερμικά μοντέλα. Αν ο υπολογισμός της ενεργού τιμής της έντασης γίνεται χρησιμοποιώντας τη μέγιστη τιμή της κυματομορφής της, αυξάνεται η πιθανότητα λάθους και ανεπιθύμητης λειτουργίας της προστασίας. Για τον ίδιο λόγο λάθη παρουσιάζονται σε μετρητικές συσκευές (Καμπούρη, 2006).

Ως πηγές αρμονικών, οι μη-γραμμικές συσκευές στις οποίες οφείλονται, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Τάσιος, 2006):

(α) «Παραδοσιακοί τύποι συσκευών που παράγουν αρμονικές:

- Μετασχηματιστές
- Μηχανές
- Υψικάμιννοι

(β) «Μοντέρνοι» τύποι συσκευών που παράγουν αρμονικές:

- Λάμπες Φθορισμού
- Τροφοδοτικά ηλεκτρονικών υπολογιστών
- Ηλεκτρονικός Έλεγχος και συστήματα UPS που χρησιμοποιούνται ευρέως.
- Συσκευές Ελέγχου βασισμένες σε Thyristor και γενικότερα σε ημιαγωγικά στοιχεία
- Ανορθωτές
- Αντιστροφείς
- SVC (Static VAR Compensators)
- Κυκλομετατροπείς
- Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε υψηλή τάση με χρήση DC

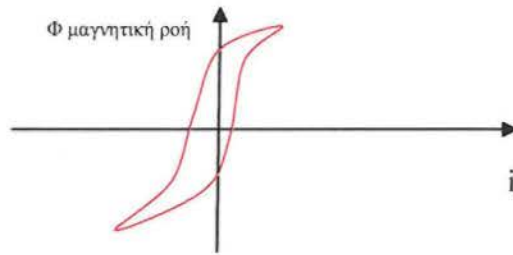
Στην Αθηναϊκή Κλινική οι πηγές των αρμονικών είναι:

- Μετασχηματιστές
- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
- Μηχανές (κινητήρες)
- Λάμπες φθορισμού
- Συστήματα UPS

Ειδικότερα, για τις παραπάνω πηγές ισχύουν τα εξής (Καμπούρη, 2006; Τάσιος, 2006):

- Οι μετασχηματιστές ισχύος (Μ/Σ) είναι πηγές αρμονικών καθώς κάνουν χρήση μαγνητικών υλικών τα οποία λειτουργούν κοντά ή και μέσα στην περιοχή

κορεσμού, που είναι μη-γραμμική. Οι μετασχηματιστές παράγουν αρμονικές λόγω του σχήματος της καμπύλης μαγνήτισης (Σχ.5.1).



Σχήμα 5.1 Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη μαγνήτισης i - Φ ενός M/Σ

Η οικονομία οδηγεί την σχεδίαση των μετασχηματιστών στην μέγιστη δυνατή χρήση των μαγνητικών ιδιοτήτων του υλικού του πυρήνα. Αυτό συνεπάγεται ότι ένας τυπικός μετασχηματιστής με υλικό πυρήνα από χάλυβα θα πρέπει να αναμένεται να δουλέψει με μέγιστη πυκνότητα μαγνητικής ροής στην μόνιμη κατάσταση της τάξης 1,6-1,7 T. Αν ένας μετασχηματιστής που λειτουργεί σε αυτή την μέγιστη τιμή της πυκνότητας μαγνητικής ροής υποστεί μια αύξηση της τάσης περίπου κατά 30%, τότε στο υλικό του πυρήνα η πυκνότητα της μαγνητικής ροής μπορεί να ανέλθει σε επίπεδα 1,9-2,0 T, κάτι που θα «βάλει» τον μετασχηματιστή αρκετά στον κορεσμό, δημιουργώντας περαιτέρω προβλήματα όσον αφορά την παραμόρφωση της τάσης και του ρεύματος.

- Οι μηχανές (κινητήρες) παράγουν αρμονικές συνιστώσες λόγω κατανομής των πηνίων και των mmf (μαγνητοκινητική δύναμη). Ειδικά, οι αρμονικές στην mmf επηρεάζουν την τάση. Ως γνωστό για να παραχθεί τάση εξ επαγωγής σε έναν αγωγό θα πρέπει αυτός να κινείται σε μαγνητικό πεδίο ή το μαγνητικό πεδίο να είναι μεταβαλλόμενο. Έτσι συμπεραίνεται ότι η κάθε μία αρμονική της mmf παράγει και μια αντίστοιχη αρμονική στην τάση. Οι περιστρεφόμενες μηχανές θεωρούνται πηγές αρμονικών αφού τα ελίγματα των πηνίων σε αυτές είναι έτσι τοποθετημένα που ποτέ δεν είναι ημιτονοειδώς κατανομημένα στις σχισμές με αποτέλεσμα να δημιουργείται παραμόρφωση στο κύμα της mmf. Αντιθέτως το άνοιγμα των πηνίων στις μηχανές χρησιμοποιείται ώστε να μειώνονται η Πέμπτη και η έβδομη αρμονική. Επιπλέον οι μεγάλες γεννήτριες συνήθως συνδέονται στο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω μετασχηματιστών συνδεδεμένων κατά τρίγωνο (Δ) οπότε καταστέλλεται η ροή ρευμάτων τρίτης αρμονικής στην γραμμή. Έτσι θεωρείται γενικός κανόνας ότι οι αρμονικές που παράγονται από τις μηχανές είναι γενικά αμελητέες.
- Η χρήση λαμπτήρων φθορισμού σε φωτιστικά σώματα έχει εκτοπίσει σε πολλές εγκαταστάσεις φωτισμού τους λαμπτήρες πυράκτωσης, εξαιτίας της χαμηλής κατανάλωσης που έχουν οι πρώτοι έναντι των δευτέρων. Σύμφωνα με τον Liew (1989), στην περίπτωση λαμπτήρων φθορισμού με επαγωγικά ballasts που λειτουργούν στις ονομαστικές τους τιμές, αναμένονται υψηλά ρεύματα 3ης αρμονικής τόσο στις φάσεις όσο και στον ουδέτερο. Αντίθετα με τις άλλες συχνότητες, οι *τριπλές* αρμονικές είναι συμφασικές και έτσι αθροίζονται αλγεβρικά στον ουδέτερο αγωγό. Μετρήσεις σε διάφορες εγκαταστάσεις έδειξαν ότι η 3η αρμονική στο φασικό ρεύμα μπορεί να φτάσει το 25-64% της θεμελιώδους αρμονικής δίνοντας έτσι στον ουδέτερο ρεύματα από 75 έως 157 των

ρευμάτων των φάσεων. Αυτά τα υψηλά ρεύματα οφείλονται, όπως παρατηρήθηκαν, σε τρεις κυρίως παράγοντες:

- μεταβολές στη συχνότητα των 50Hz λόγω ασυμμετρίας των φάσεων,
- αρμονικές 3ης τάξης λόγω της μη γραμμικότητας των λαμπτήρων φθορισμού και του κορεσμού των μπάλαστ παραμόρφωση της τάσης τροφοδοσίας λόγω τριπλών αρμονικών, οι οποίες προκαλούν υψηλά ρεύματα καθώς ρέουν μέσω πυκνωτών αντιστάθμισης. Συγκεκριμένα, ακόμη και μία τάση με μικρή περιεκτικότητα σε 3η αρμονική, δημιουργεί ρεύμα το οποίο καθώς διαρρέει τους πυκνωτές τριπλασιάζεται, εφόσον η αντίδραση των πυκνωτών μειώνεται σε υψηλές συχνότητες ($X_c=1/(3\omega C)$).

Η αυξανόμενη χρήση μη-γραμμικών φορτίων δημιουργεί συνεχώς αυξανόμενα προβλήματα αρμονικής παραμόρφωσης στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα αποτελέσματα που προξενούν οι αρμονικές στο δίκτυο μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κυρίως κατηγορίες (Τάσιος, 2006):

- Θερμική Καταπόνηση
- Καταπόνηση των μονώσεων
- Δυσλειτουργία του φορτίου

Οι αρμονικές γενικά αυξάνουν τις απώλειες των συστημάτων με αποτέλεσμα την θερμική καταπόνηση και την μειωμένη διάρκεια ζωής των διαφόρων στοιχείων ενός ηλεκτρικού δικτύου. Η μέγιστη τιμή της τάσης αυξάνεται επίσης με τις αρμονικές. Αυτή η αυξημένη τάση έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη καταπόνηση της μόνωσης των καλωδίων μέχρι και την καταστροφή της. Οι αρμονικές που είναι πολλαπλάσια της τρίτης αρμονικής («τριπλές» αρμονικές, $3nf_0$) και λογαριάζονται σαν να είναι μηδενικής ακολουθίας όταν ρέουν σε ένα κύκλωμα έχουν σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη ενός ρεύματος ουδετέρου αρκετά μεγάλου το οποίο μπορεί να ξεπεράσει ακόμα και το ρεύμα που ρέει στις φάσεις ακόμα και όταν τα φορτία είναι συμμετρικά κατανεμημένα αφού οι τρίτες αρμονικές είναι σε φάση μεταξύ των φάσεων.

Το παραπάνω έχει σαν αποτέλεσμα την υπερδιαστασιολόγηση των γραμμών ουδετέρου, δηλαδή επιλέγονται καλώδια μεγαλύτερης διατομής από αυτά που υπολογίζονται χρησιμοποιώντας μόνο τη θεμελιώδη συνιστώσα. Επιπλέον, οι αρμονικές και ένας πιθανός συντονισμός μπορεί να καταστρέψει πολλές συσκευές των ηλεκτρικών συστημάτων. Οι αρμονικές περαιτέρω μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τους προστατευτικούς διακόπτες, τις συσκευές μέτρησης και τα συστήματα επικοινωνιών. Ακόμα, οι ευαίσθητες συσκευές μπορεί να δυσλειτουργούν μέχρι την καταστροφή τους από τις αρμονικές (Τάσιος, 2006).

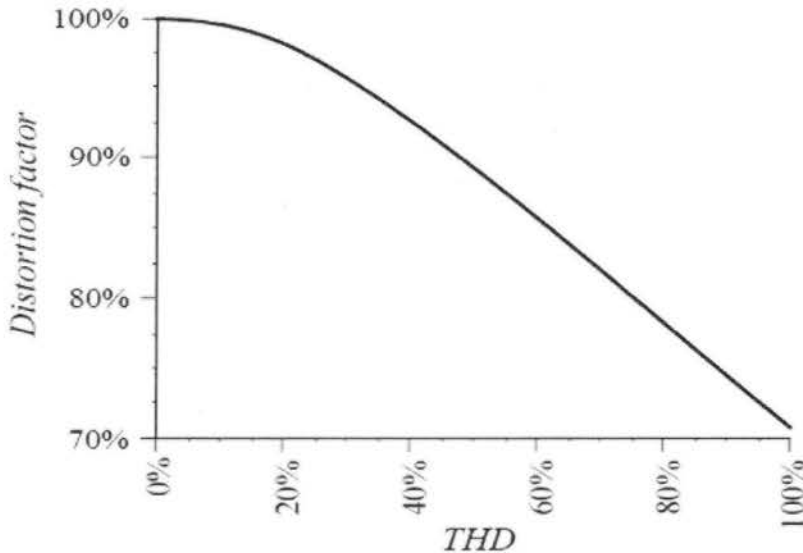
Πολλές φορές το επίπεδο των αρμονικών εκφράζεται με την *ολική αρμονική παραμόρφωση*, η οποία είναι ο λόγος της rms τιμής των αρμονικών πάνω από την θεμελιώδη προς την rms τιμή της θεμελιώδους επί τοις εκατό (Μιχαλακάκος, 2007; Τάσιος, 2006).

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} V_{k,rms}^2}}{V_{1rms}} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} V_k^2}}{V_1} \quad (5.2)$$

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} I_{k,rms}^2}}{I_{1,rms}} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} I_k^2}}{I_1} \quad (5.3)$$

Όπου THD_I και THD_V είναι η ολική αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος και της τάσης.

Στο επόμενο σχήμα, φαίνεται πόσο πολύ επηρεάζεται ο συντελεστής ισχύος όταν τα φορτία που τροφοδοτούνται είναι μη γραμμικά και παράγουν αρμονικές.



Σχήμα 5.2 Μεταβολή του συντελεστή παραμόρφωσης συναρτήσει της ολικής αρμονικής παραμόρφωσης

Σε περιπτώσεις φορτίων όπως τα μονοφασικά φορτία γραφείων, υπολογιστές κλπ. όπου η ολική αρμονική παραμόρφωση προσεγγίζει τιμές της τάξεως των 100%, ο πραγματικός συντελεστής ισχύος είναι μικρότερος από 0,707. Ο πραγματικός συντελεστής ισχύος μπορεί να διορθωθεί μόνο με φίλτρα αρμονικών, εν αντιθέσει με τον συντελεστή εκτόπισης που απλώς διορθώνεται με την απλή προσθήκη κάποιων πυκνωτών (Μιχαλακάκος, 2007).

Ο δείκτης THD της τάσης αντιστοιχεί στην ισχύ των αρμονικών και συσχετίζεται επομένως περισσότερο με τη δριμύτητα-οξύτητα της διαταραχής. Τα συνιστώμενα κριτήρια για τα φίλτρα μετατροπέων H.V.d.c. είναι το ανώτατο όριο οποιασδήποτε αρμονικής και το THD. Γενικά είναι ικανοποιητικό να περιληφθούν όλες οι αρμονικές μέχρι την 25η τάξη αρμονικής. Οι μέγιστες τιμές των μεμονωμένων αρμονικών εμφανίζονται γενικά για διαφορετικές περιπτώσεις. Είναι επομένως απαραίτητο να διευκρινιστεί εάν για τον υπολογισμό του THD πρέπει να χρησιμοποιηθούν εκείνες οι τιμές των αρμονικών που μπορούν να εμφανιστούν ταυτόχρονα, η εκείνες οι τιμές (οι μέγιστες για κάθε αρμονική) που είναι μη-συμπίπτουσες χρονικά (Μιχαλακάκος, 2007; Τάσιος, 2006).

Συνολικά η εξάλειψη (θεραπεία) των αρμονικών επιτυγχάνεται με (Μιχαλακάκος, 2007; Τάσιος, 2006; Καμπούρη, 2006): (α) μείωση των παραγομένων από το φορτίο

αρμονικών ρευμάτων, (β) μείωση της αρμονικής εμπέδησης της πηγής του συστήματος, και (γ) Τροποποίηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Γενικά, η εξοικονόμηση ενέργειας σε εγκαταστάσεις (όπως η Αθηναϊκή Κλινική) με ύπαρξη αρμονικών επιτυγχάνεται ύστερα από τον έλεγχο των αρμονικών συνήθως με (Κουτσάκας, 2009):

1. χρήση πυκνωτών τοπικά όπου απαιτείται, στους Μ/Σ, καλώδια, κινητήρες (μειώνει την άεργο ισχύ, αφού μειώνει το ρεύμα γραμμής και μειώνει τις απώλειες της παροχής),
2. αντιστάθμιση με φίλτρα L-C (μειώνει την κατανάλωση άεργου ισχύς στην θεμελιώδη και στις υπόλοιπες αρμονικές, με συνέπεια την μείωση των απωλειών των παροχών).

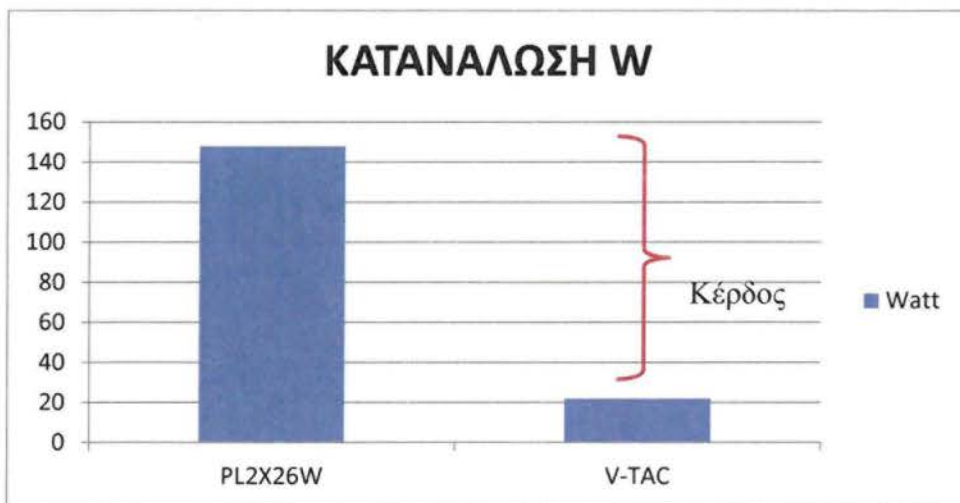
5.2 Προτάσεις

Για την εξοικονόμηση ενέργειας γενικά σε κτιριακά συγκροτήματα ισχύουν οι εξής βελτιώσεις:

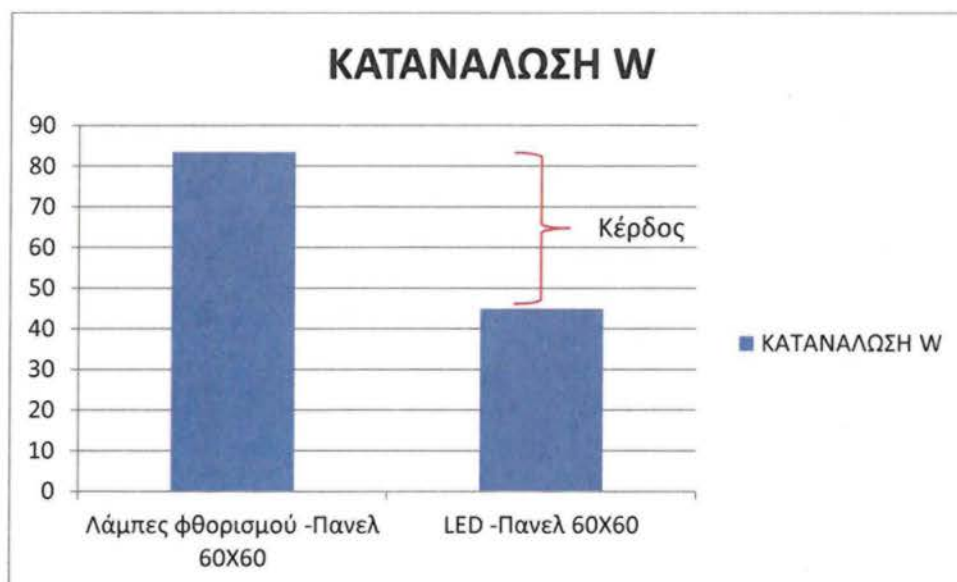
- του κτιριακού κελύφους (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα),
- του περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (π.χ. χρήση βλάστησης),
- των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και ηλεκτρικών συσκευών,
- ορθολογικής χρήσης του κτιρίου και αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας).

Ειδικότερα για την κλινική προτείνουμε:

- αλλαγή σε συστήματα φωτισμού. Προκειμένου να υπάρξει εξοικονόμηση ενέργειας, είναι να μειωθεί η κατανάλισκόμενη ισχύ σε W των φωτιστικών σωμάτων. Αυτό επιτυγχάνετε με την χρήση καταλλήλων λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας (π.χ. τύπου LED) σαν πρώτο βήμα, που πρέπει να ολοκληρωθεί με τη χρήση αποδοτικών συσκευών οι οποίες ανάβουν και σβήνουν τα φώτα όταν είναι απαραίτητο και προσαρμόζουν το φωτισμό ανάλογα με τους παρευρισκόμενους ανθρώπους ή και με το φυσικό φωτισμό. Για παράδειγμα αλλαγή φωτιστικών σωμάτων στην κλινική αποφέρει σημαντικά ωφέλη όπως (Γραφ.5.1):
 - αντικατάσταση φωτιστικών PL2X26W (148 Watt μετρούμενη πραγματική κατανάλωση) με φωτιστικά LED V-TAC Samsung (22 Watt μετρούμενη πραγματική κατανάλωση): κέρδος 85.14%.
 - αντικατάσταση φωτιστικών πάνελ 60X60 με λάμπες φθορισμού 4X18W (83.5 Watt μετρούμενη πραγματική κατανάλωση) με φωτιστικά πάνελ 60X60 LED (45 Watt μετρούμενη πραγματική κατανάλωση): κέρδος 46.1%.
 - Επιπλέον εκτός του κέρδους σε κατανάλωση, έχουν μεγαλύτερη φωτεινότητα, οπότε χρησιμοποιούνται λιγότερα φωτιστικά σώματα για το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα (μείωση και σε οικονομικό κόστος).

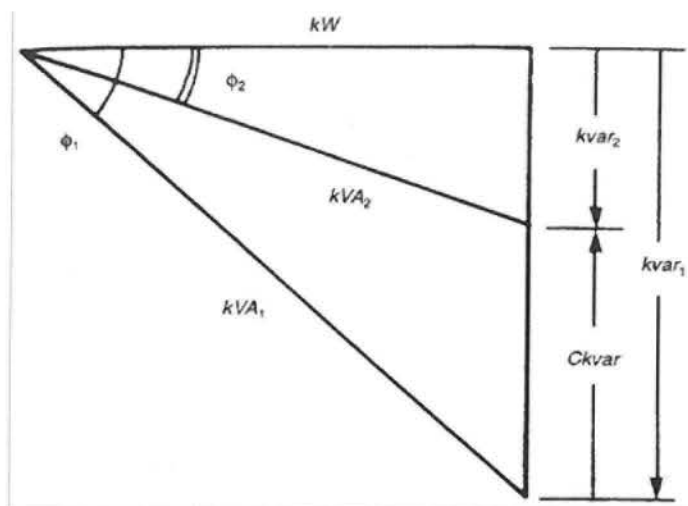


Γράφημα 5.1 Γραφική Απεικόνιση κατανάλωσης φωτιστικών σωμάτων



Γράφημα 5.2 Γραφική Απεικόνιση κατανάλωσης φωτιστικών πάνελ

- Χρήση ηλιακών πάνελ για την θέρμανση του νερού που χρησιμοποιείται στη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων στις αίθουσες χειρουργείων και εξεταστηρίων ως μέσο χρήσης ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας.
- *Εισαγωγή Πυκνωτών στο ηλεκτρικό Δίκτυο.* Τα περισσότερα φορτία του συστήματος αλλά και τα ίδια τα στοιχεία διανομής είναι επαγωγικά και γι' αυτό ο συντελεστής ισχύος τους είναι επαγωγικός. Όταν όμως το σύστημα λειτουργεί με επαγωγικό συντελεστή ισχύος τότε απαιτείται άεργος ισχύς, με αποτέλεσμα μείωση της δυνατότητας μεταφοράς ενεργού ισχύος από τις γραμμές μεταφοράς και αύξησης των απωλειών του συστήματος αλλά και μείωση της τάσης που φτάνει στους καταναλωτές. Η εφαρμογή εγκάρσιων πυκνωτών αυξάνει την συνολική ενεργός ισχύς που μπορεί να μεταφέρει το σύστημα και μειώνει τις απώλειες. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση εγκάρσιων πυκνωτών κοντά στα φορτία ένα μέρος της άεργου ισχύος που ζητούν τα φορτία δεν παρέχεται από το σύστημα αλλά από τους πυκνωτές οι οποίοι είναι εγκαταστημένοι κοντά στα φορτία. Έτσι η άεργος ισχύς που έρχεται από το σύστημα είναι μικρότερη και οι απώλειες πάνω στην αντίσταση των αγωγών που αυτή προκαλεί το αυξημένο ρεύμα είναι μικρότερες. Επομένως μπορεί να επιτευχθεί μείωση απωλειών στο δίκτυο του νοσοκομείου. Η μείωση της άεργου ισχύος που έρχεται από το σύστημα μπορεί να μεταφέρει περισσότερη ενεργό ισχύ και έτσι αυξάνεται η μέγιστη μεταφερόμενη «χρήσιμη» ισχύ, και έτσι μπορεί να υπάρξει μεγαλύτερη μείωση στο κόστος αφού μπορεί μετά την εγκατάσταση των πυκνωτών σε μια εγκατάσταση να μην χρειάζεται επιπλέον γραμμή μεταφοράς για την τροφοδότηση του φορτίου, αφού έχει αυξηθεί η μέγιστη μεταφερόμενη ενεργός ισχύς (Σχ.5.3) (Τάσιος, 2006).



Σχήμα 5.3 Επίδραση της εγκατάστασης πυκνωτών

Στον επόμενο σχήμα παρουσιάζονται όλες οι ωφέλειες (πρωτεύουσες και δευτερεύουσες) που προέρχονται από την εγκατάσταση των εγκάρσιων πυκνωτών (Τάσιος, 2006).

Table 1—Summary of benefits of applying shunt power capacitors

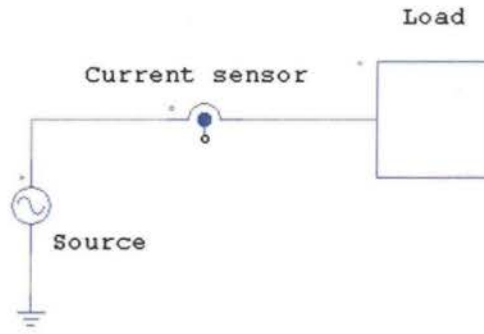
Benefits	Transmission system	Distribution system
Var support	*	†
Voltage control	*	*
Increase system capacity	†	*
Reduce system power loss	†	*
Reduce billing charges	—	*

*This is generally a primary benefit.

†This is generally a secondary benefit.

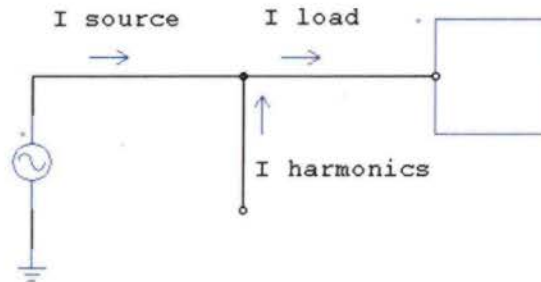
Σχήμα 5.4 Ωφέλειες από την εγκατάσταση πυκνωτών

- *Ενεργά φίλτρα εξάλειψης αρμονικών.* Τα τελευταία χρόνια η ευρεία χρήση μη γραμμικών φορτίων και μη γραμμικών συσκευών, προκαλούν την παρουσία αρμονικών στην τάση και στο ρεύμα, με αποτέλεσμα την παραμόρφωση των μεγεθών αυτών. Ένας από τους πιο συνηθισμένους τρόπους αντιμετώπισης των αρμονικών είναι η χρήση ενεργών φίλτρων. Τα ενεργά φίλτρα είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να παράγουν αρμονικό ρεύμα ίσο με το αρμονικό ρεύμα του φορτίου. Έτσι το AC ρεύμα της πηγής απαλλάσσεται από τις αρμονικές. Η λειτουργία των ενεργών φίλτρων βασίζεται στην χρήση μετρητικής διάταξης όπου γίνεται η μέτρηση του ρεύματος γραμμής του φορτίου. Απομονώνεται η πρώτη αρμονική του ρεύματος αυτού και αφαιρείται από το ρεύμα της γραμμής, και έτσι λαμβάνεται η συνολική παραμόρφωση του ρεύματος γραμμής, η οποία αποτελείται από όλες τις αρμονικές εκτός της πρώτης (Σχ.5.5)



Σχήμα 5.5 Διαδικασία απομόνωσης πρώτης αρμονικής

Ακολουθεί η χρήση μίας διακοπτικής διάταξης, που αποτελείται από transistor ή mosfet, που με τη σειρά της προσπαθεί να δημιουργήσει ένα ρεύμα ίσο με το ρεύμα της παραμόρφωσης. Το ρεύμα αυτό εισάγεται στο κύκλωμά έτσι ώστε να προστίθεται στο ρεύμα της γραμμής. Εφόσον οι αρμονικές του ρεύματος γραμμής είναι ίσες με τις αρμονικές που εισάγει το φίλτρο, είναι φανερό ότι το ρεύμα της γραμμής δε θα περιέχει αρμονικές (Σχ.5.6).



Σχήμα 5.6 Εξάλειψη αρμονικών

Τα ενεργά φίλτρα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, με βάση το μέσο αποθήκευσης DC ενέργειας : (α) τα φίλτρα πηγής ρεύματος (current source active filters) και (β) τα φίλτρα πηγής τάσης (voltage source active filters). Τέλος, διακρίνονται βάση της τοπολογίας τους σε: (α) παράλληλα φίλτρα, (β) φίλτρα σε σειρά, (γ) unified power quality conditioners και (δ) υβριδικά φίλτρα. Συνολικά, τα ενεργά φίλτρα, χρησιμοποιούνται τόσο για την αντιστάθμιση των αρμονικών, όσο και για την αντιστάθμιση του συντελεστή ισχύος. Τέλος, τρία συστατικά απαιτούν τη λεπτομερή θεώρηση στο σχεδιασμό φίλτρων:

- οι πηγές ρεύματος
- οι αγωγιμότητες των φίλτρων
- και του συστήματος.

Το ιδανικό κριτήριο για την σχεδίαση φίλτρων είναι η εξάλειψη όλων των επιζήμιων αποτελεσμάτων που προκαλούνται από την παραμόρφωση της κυματομορφής, συμπεριλαμβανομένης της τηλεφωνικής παρεμβολής, η οποία είναι η δυσκολότερη επίδραση για να εξαλειφθεί πλήρως. Εντούτοις, το παραπάνω ιδανικό κριτήριο είναι μη ρεαλιστικό για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Από τεχνικής απόψεως, είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί εκ των προτέρων η κατανομή των αρμονικών σε όλο το δίκτυο. Από οικονομικής πλευράς, η μείωση της τηλεφωνικής παρεμβολής μπορεί να επιτευχθεί οικονομικότερα με τη λήψη μερικών προληπτικών μέτρων στο τηλεφωνικό σύστημα και άλλων στο σύστημα ισχύος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνιάδης, Π. (2013). *Αρχές Ενεργειακής Οικονομίας*. Διδακτικές Σημειώσεις, ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, <http://eclass.teikav.edu.gr/ED107/document/energeiaki.pdf>.
- Αντωνόπουλος, Στ. (1992). *Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις για κατοικίες*. Σειρά Ηλεκτρολογία, Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Αμπελιώτης, Κ. (2008). *Περιβάλλον-Οικολογία*. Αθήνα: ΙΔΕΚΕ-ΚΕΕ.
- Αθηναϊκή Κλινική (2000). *Μελέτη Η/Μ Εγκαταστάσεων*. Τεχνική Υπηρεσία, Αθηναϊκής κλινικής
- (2011). *Ανακαίνιση Η/Μ Εγκαταστάσεων*. Τεχνική Υπηρεσία, Αθηναϊκής κλινικής.
- Bastian, P. (2000). *Ηλεκτρολογία 5 -Στοιχεία Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων*. Αθήνα: Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις -ΕΤΕ.
- Bastian, P. Brauger, H. Ulrich, R.H.(2001). *Ηλεκτροτεχνία - Επίτομο*. Αθήνα: Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις -ΕΤΕ.
- Brower, M. (1997). *CoolEnergy: Renewable Solutionsto Environmental Problems*. MIT Press.
- Γαγλία, Α. (2009). *Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων -Κτίριο Αναφοράς*. ΤΕΕ ΕΛΛΑΔΟΣ &Περιφερειακό Τμήμα Ν. Κέρκυρας, Προσυνεδριακή Εκδήλωση «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ», Κέρκυρα 3 Ιουλίου 2009.
- Claus-Dieter, P. (1993). *Βιολογία. Τεχνολογία & Περιβάλλον*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Edminister, J. A. (1980). *Ηλεκτρικά Κυκλώματα*. McGraw-Hill, NY, Σειρά Schaum's Outline Series, Αθήνα: ΕΣΠΙ.
- Καμπούρη, Ζ. (2006) *Διερεύνηση για εξάλειψη αρμονικών ρευμάτων σε κτίρια Γραφείων*, ΤΗΜ & ΜΥ, ΑΠΘ, Θεσ/νίκη.
- Κουτσοκάς, Κ-Κ. (2009) *Μελέτη Εξάλειψης Αρμονικών & Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Χαρτοβιομηχανία*, Διπλωματική Εργασία, ΤΗΜ & ΜΥ, ΑΠΘ, Θεσ/νίκη.
- LIEW, A «Excessive Neutral Currents in Three-Phase Fluorescent Lighting Circuits», IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 25, NO. 4, July/ August 1989
- Μιχαλακάκος, Π. (2007) *Τεχνιοικονομική Μελέτη Διόρθωσης του Συντελεστή ισχύος και εξάλειψη αρμονικών*, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Mohan, Undeland, Robbins: *Ηλεκτρονικά Ισχύος*, Β έκδοση, μετάφραση Ν. Ι. Μάργαρη, εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- Οικονόμου, Λ. Καρβουνιάρη, Δ. (2010). *Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, Συνοπτική θεωρία και εργαστηριακές ασκήσεις*. Θεσ/νίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Schwaller, Anthony E., Gilberti (1999). *Ηλεκτρικές πηγές ενέργειας και περιβάλλον*, Τεχνολογία ισχύος. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Τάσιος, Ν. (2006). *Ποιότητα Ισχύος: Μελέτη και θεραπεία των αρμονικών συνιστωσών σε βιομηχανικό περιβάλλον*, Διπλωματική Εργασία, Σχολή ΗΜ&ΜΥ, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Ταπαλής, Φ. Οικονόμου, Λ. Κουρτέση, Στ. (2010). *Φωτοτεχνία*. Θεσ/νίκη: Εκδόσεις Τζιόλας.
- Τούλογλου Σ. (2006). *ΚΝΧ/ΕΙΒ Τεχνική Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Ιων.
- Tyler Miller, Jr. G. (1999). *Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*. Τόμοι Ι και ΙΙ, 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΟΡΓΑΝΟ METREL

Το METREL περιλαμβάνει εργαλεία για μέτρηση ποιότητας ισχύος: Power Harmonic Analyser, Power Quality Analyser, & Volt scanner (Εικόνα 1). Η οδηγία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου για την ευθύνη ελαττωματικών προϊόντων (85/347/EEC) χαρακτηρίζει ρητά το ηλεκτρικό ρεύμα ως προϊόν. Ο αγοραστής γίνεται πελάτης και η ηλεκτρική ενέργεια γίνεται εμπόρευμα. Υπάρχει μία προσδοκία πελατών όσο αφορά την τιμή των αγαθών που καθορίζεται ανάλογα με την ποιότητα του. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως ήδη και την ΗΠΑ, έχει αναπτυχθεί στην οικονομία ένας νέος όρος η «Ποιότητα Ισχύος». Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τον όρο αυτό, ανάλογα με την πλευρά που εξετάζεται. Με βάση της αρχής της EMC, θεωρείται μία ευρεία ποικιλία των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων που χαρακτηρίζουν τάση και ρεύμα σε μία δεδομένη στιγμή και θέση σχετικά με ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας (IEEE 1159:1995 "IEEE recommended practice for monitoring electric power quality"). Η IEC 61000-4-30 "Testing and measurement techniques-power quality measurement methods", την ορίζει ως τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα δεδομένο σημείο σε ένα ηλεκτρικό σύστημα, όπου αξιολογούνται με βάση ένα σύνολο τεχνικών παραμέτρων αναφοράς.



Power Armonic Analyser



Power Quality Analyser-Plus

Εικόνα 1. Εργαλεία METREL

Το METREL μέσω των εργαλείων του μετράει:

- Ηλεκτρικό φορτίο
- Τιμές φάσης τάσης, ρεύματος
- Τάσεις και αρμονικές (συνολική αρμονική παραμόρφωση, Crestfactor)
- Μεταβατικά φαινόμενα (τάση και ρεύμα)
- Συμμετρία τάσης
- Flickers
- Interharmonic & signal in voltage
- Ηλεκτρική ενέργεια

Οι τεχνικές μέτρησης που χρησιμοποιούνται είναι:

- *OnLine* μέτρηση: γρήγορη Snap-shoot μέτρηση όλων των σημαντικών παραμέτρων ρεύματος (Πιν.1)

Πίνακας 1. Αποτελέσματα τεχνική μέτρησης *OnLine*μέτρηση

Αποτελέσματα στο όργανο	Αποτελέσματα στο PC
METER	"Direct Link" data table

SCOPE	“Direct Link” scope
SPECTRUM	“Direct Link” spectrum
ENERGY	“Direct Link” energy counter

- *Καταγραφή*: παρακολούθηση παραμέτρων ποιότητας ισχύος σε πραγματικό χρόνο μέσω προκαθορισμένης χρονικής περιόδου (Πιν.2).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα τεχνική μέτρησης *Καταγραφή*

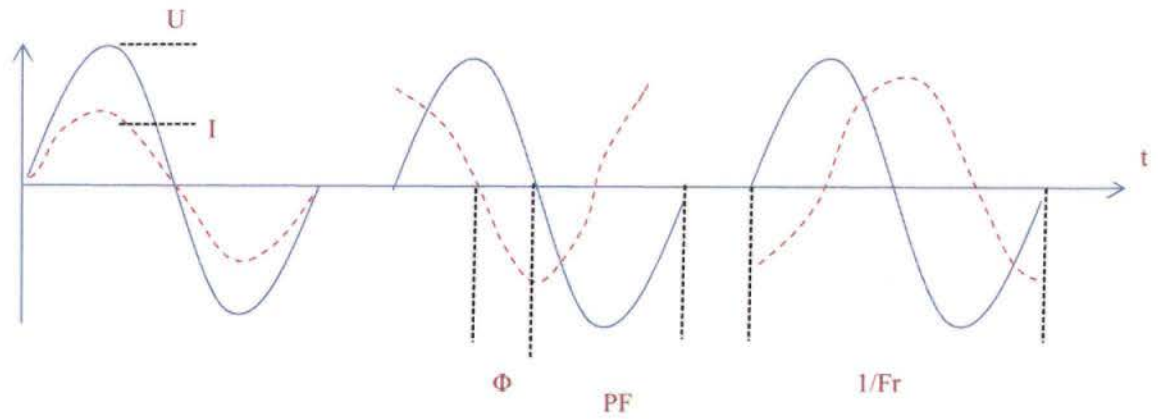
Διαδικασία Μέτρησης	Τύποι Καταγραφής
Εγκατάσταση τύπου καταγραφής	PERIODIC
Επιλογή σημάτων και παραμέτρων	EN 50160
Καταγραφή	FAST LOGGING
OnLine έλεγχος καταγραφέα	WAVEFORMS
“download” αποτελεσμάτων	TRANSIENTS
Ανάλυση αποτελεσμάτων	

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι βασικοί παράμετροι ποιότητας ισχύος:

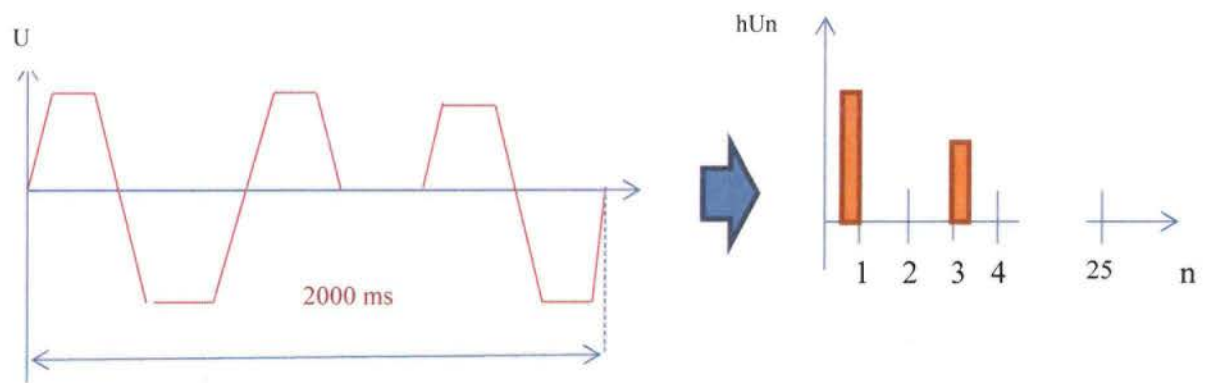
Πίνακας 3. Παράμετροι Ποιότητας Ισχύος

Όρος	Περιγραφή
U, I	Phase voltage, current
P	Active power
Q	Reactive power
S	Apparent power
PF	Power Factor
ϕ	Phase angle
U_{uu}	Phase to phase voltage
P_t	Total Active power
Q_t	Total Reactive power
S_t	Total Apparent power
f_r	Frequency
I_n	Calculated neutral current
P_{ft}	Total Power Factor
$3W, 4W$	Wiring configuration
SEQ	Phase sequence
THD	Total Harmonic Distortion
U_{cf}	Voltage Crest Factor
I_{cf}	Current Crest Factor
HIn	n-th Current harmonic
HUn	n-th Voltage harmonic
P_{lt}	Long term Flicker value
P_{st}	Short term Flicker value

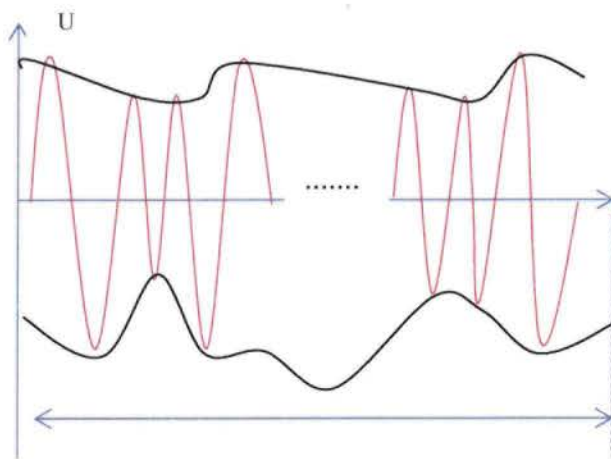
Στα επόμενα σχήματα φαίνονται μερικές από τις μετρούμενοι παράμετροι:



Σχήμα 1. Τιμές φάσης

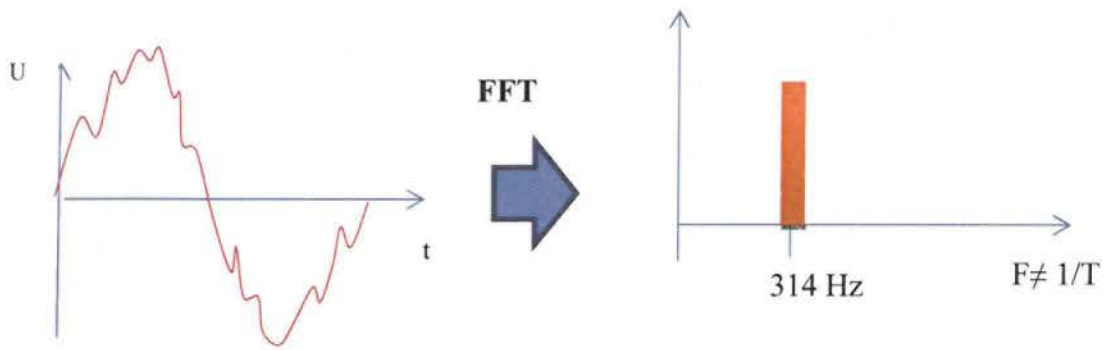


Σχήμα 2. Αρμονικές Τάσης και THD



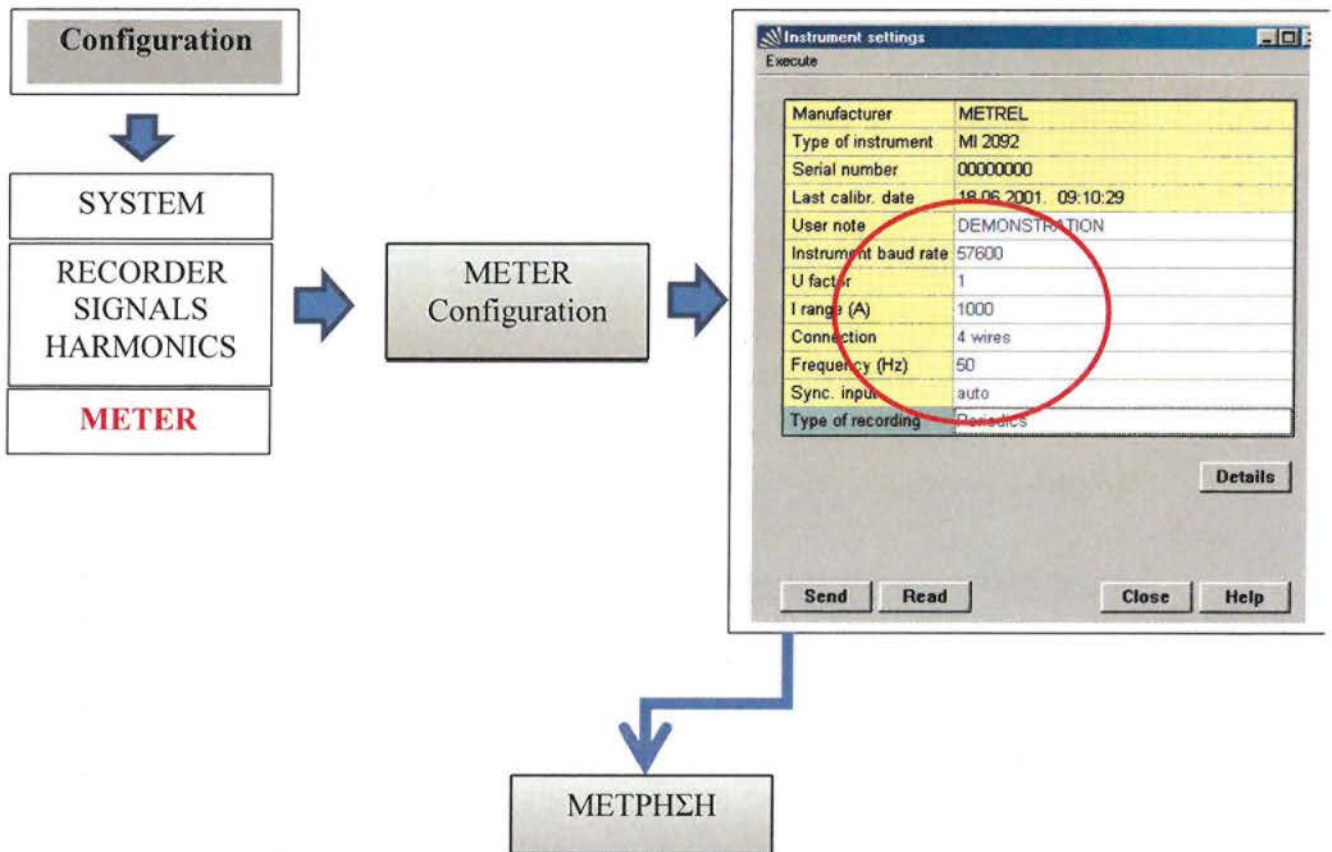
Plt 120' (Pst 10')

Σχήμα3. Flicker (Plt, Pst)



Σχήμα 4. Interharmonic, Signalling Voltage

Οι περισσότερες από τις σημαντικές παραμέτρους μπορούν να προβληθούν σε απευθείας σύνδεση σε οθόνη οργάνου ή σε ένα PC με το λογισμικό πακέτο PowerLink (σε λειτουργία “DirectLink”) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:

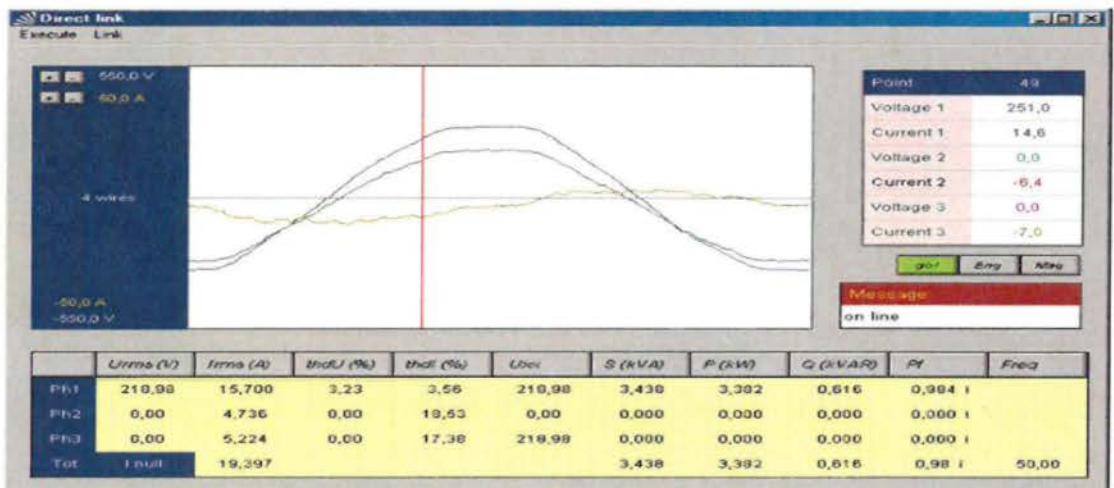


Σχήμα 5. Διαδικασία εγκατάστασης και μέτρησης παραμέτρων

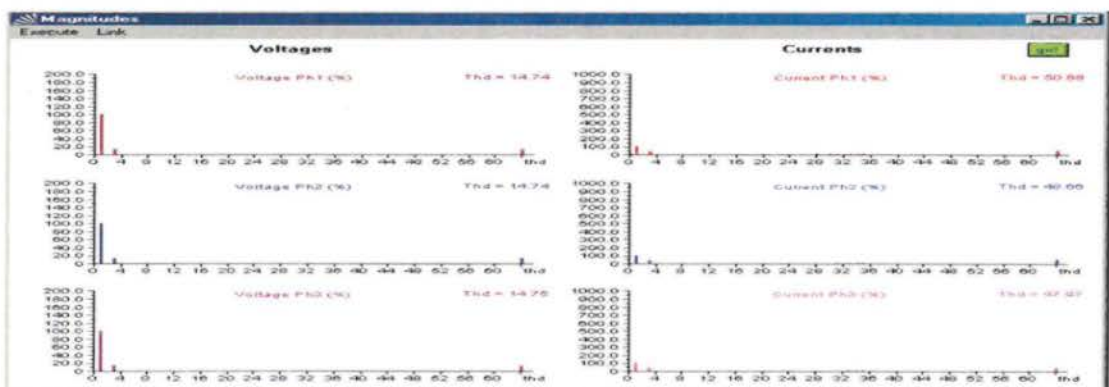
Στα επόμενα σχήματα απεικονίζονται διάφορα στάδια της διαδικασίας online μέτρησης:



Σχήμα6. Απεικόνιση βασικών (αριθμητικών) αποτελεσμάτων



Σχήμα7. Γραφική Απεικόνιση των αποτελεσμάτων (waveforms)



Σχήμα8. Γραφική Απεικόνιση Αρμονικών & THD

1: καλιμπράρισμα
γαλβίου

Manufacturer	METREL
Type of instrument	MI 2092
Serial number	00000000
Last calibr date	18.06.2001 09:10:29
User note	DEMONSTRATION
Instrument baud rate	57600
U factor	1
I range (A)	1000
Connection	4 wires
Frequency (Hz)	50
Sync input	auto
Type of recording	Periodics

2: επιλογή συνθηκών
αφής

Recording time (dd mm yyyy hh:mm)

Start: MANUAL
Stop: MANUAL

Main IP: 600 sec
Power sub IP: 1 per
U nominal (V): 230
Selected signals: 64

Enable recording for:
 Statistics
 Periodics
 Anomalies

Buffer mode:
 linear
 circular

Anomalies settings:
 Fixed
 Variable with average time
Low limit is: 10 % under nominal voltage
High limit is: 10 % over nominal voltage

3: επιλογή
των

Phase 1	Phase 2	Phase 3	Total
U1	U2	U3	
I1	I2	I3	
thdU1	thdU2	thdU3	
thdI1	thdI2	thdI3	
dPF1	dPF2	dPF3	Freq
U12	U23	U13	I null
S1+	S2+	S3+	S1+
S1-	S2-	S3-	S1-
P1+	P2+	P3+	P1+
P1-	P2-	P3-	P1-
PF1c+	PF2c+	PF3c+	PF1c+
PF1+	PF2+	PF3+	PF1+
PF1c-	PF2c-	PF3c-	PF1c-
PF1-	PF2-	PF3-	PF1-
Q1c+	Q2c+	Q3c+	Q1c+
Q1+	Q2+	Q3+	Q1+
Q1c-	Q2c-	Q3c-	Q1c-
Q1-	Q2-	Q3-	Q1-

U harm	I harm
U h2	I h2
U h3	I h3
U h4	I h4
U h5	I h5
U h6	I h6
U h7	I h7
U h8	I h8
U h9	I h9
U h10	I h10
U h11	I h11
U h12	I h12
U h13	I h13
U h14	I h14
U h15	I h15
U h16	I h16
U h17	I h17
U h18	I h18
U h19	I h19

Harm. are selected for:
 Phase 1
 Phase 2
 Phase 3

Selected signals: 64

Αποστολή παραμέτρων στο
εργαλείο μέτρησης

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

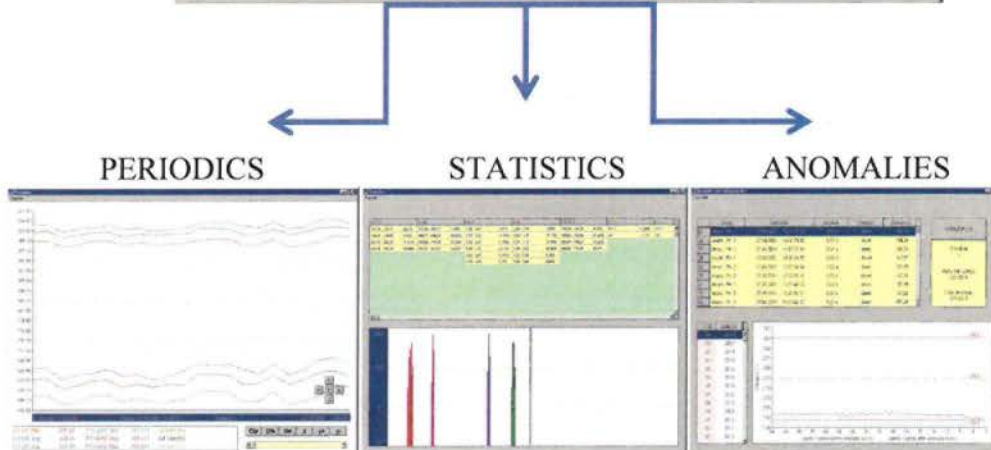
Σχήμα9. Διαδικασία καταγραφής παραμέτρων

Επιλογή σημάτων

File settings and analysis
Execute

Manufacturer	METREL	Ph1	Ph2	Ph3	Total
Type of instrument	MI 2092 (FW ver. 2.03)	U1	U2	U3	
Serial number	11040697	I1	I2	I3	
User note		thdU1	thdU2	thdU3	
Connection	4 wires	thdI1	thdI2	thdI3	
Power sub tp	1	dP1	dP2	dP3	Freq
Selected signals	35	U12	U23	U13	i null
Progr. start time	MANUAL	S1+	S2+	S3+	S1-
Progr. end time	MANUAL	S1-	S2-	S3-	S1+
Real start time	27.08.2001 13:19:00	P1+	P2+	P3+	P1-
Real end time	27.08.2001 13:40:28	P1-	P2-	P3-	P1+
Frequency (Hz)	50	Pf1+	Pf2+	Pf3+	Pf1-
U nominal (V)	220.0	Pf1-	Pf2-	Pf3-	Pf1+
Main int. period (s)	60	Pf1c	Pf2c	Pf3c	Pf1-
Anom. rec. condit.	Fixed anomalies, (LL 10%, HL 10%)	Pf1-	Pf2-	Pf3-	Pf1+
Recording	sta, ano, per	Q1c+	Q2c+	Q3c+	Q1c+
Periodics #	22	Q1+	Q2+	Q3+	Q1+
Anomalies #	33	Q1c-	Q2c-	Q3c-	Q1c-
Power breaks #	0	Q1-	Q2-	Q3-	Q1-

Selected 7 / 9



ανάλυση περιοδικών τιμών των σημάτων στατιστική ανάλυση ανάλυση σοιχείων τάσης

Σχήμα10. Διαδικασία Ανάλυσης παραμέτρων

**2. ΠΙΝΑΚΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ
ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΪΚΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
LCD ΟΘΟΝΕΣ
ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ ΞΗΡΑΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ
ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΧ
ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΤΗΣ
ΟΡΗΘΑΛΜΚ ΥΑG LASER
ΒΙΟΜΕΤΡΙΕΣ
ΦΑΚΟΘΥΨΙΕΣ
ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ
ΩΤΟΣΚΟΠΙΑ
ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΑΛΥΤΗΣ
ΔΙΑΘΕΡΜΙΕΣ
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΕΣ ΤΡΑΠΕΖΕΣ
ΠΗΓΕΣ ΨΥΧΡΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
HOLDERS ΡΥΘΜΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΙ
ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ
MONITORS
MONITORS ΖΩΤΗΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
TEST ΚΟΠΩΣΕΩΣ (ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ)
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
HOLDER ΠΙΕΣΕΩΣ
ΚΑΠΝΟΓΡΑΦΟΙ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ
ΠΥΡΓΟΙ ΕΝΔΟΣΚΟΠΙΚΟΙ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΥΣΗΣ
ΡΑΔΙΟΜΕΤΡΟ-ΑΚΟΥΟΓΡΑΦΟΙ
ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΕΙΣ
FLOCONTROL ARTHOSCOPY PUMP

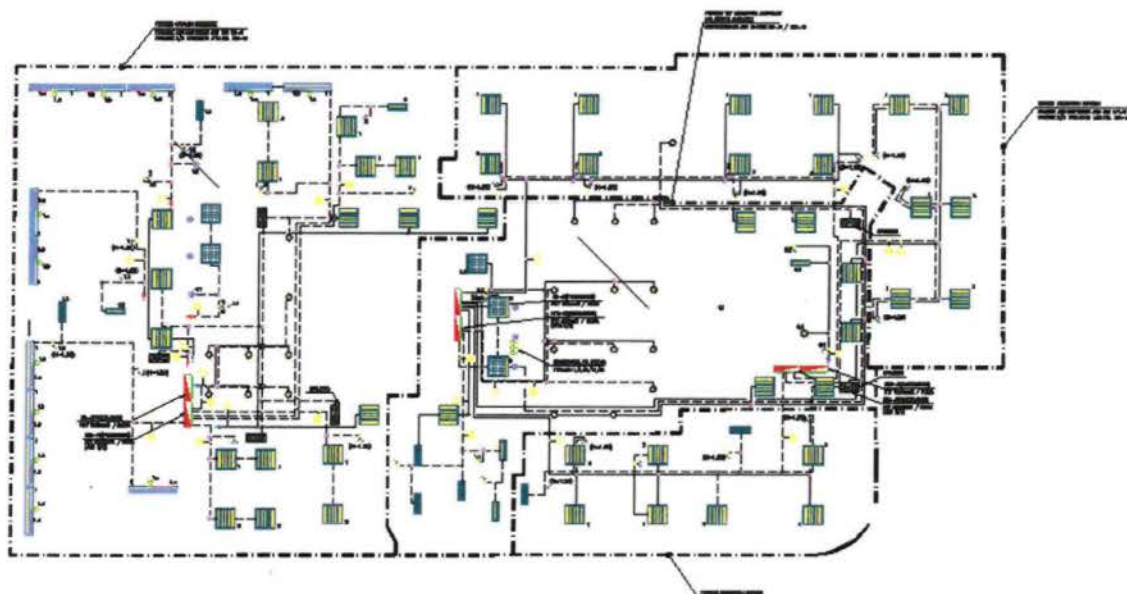
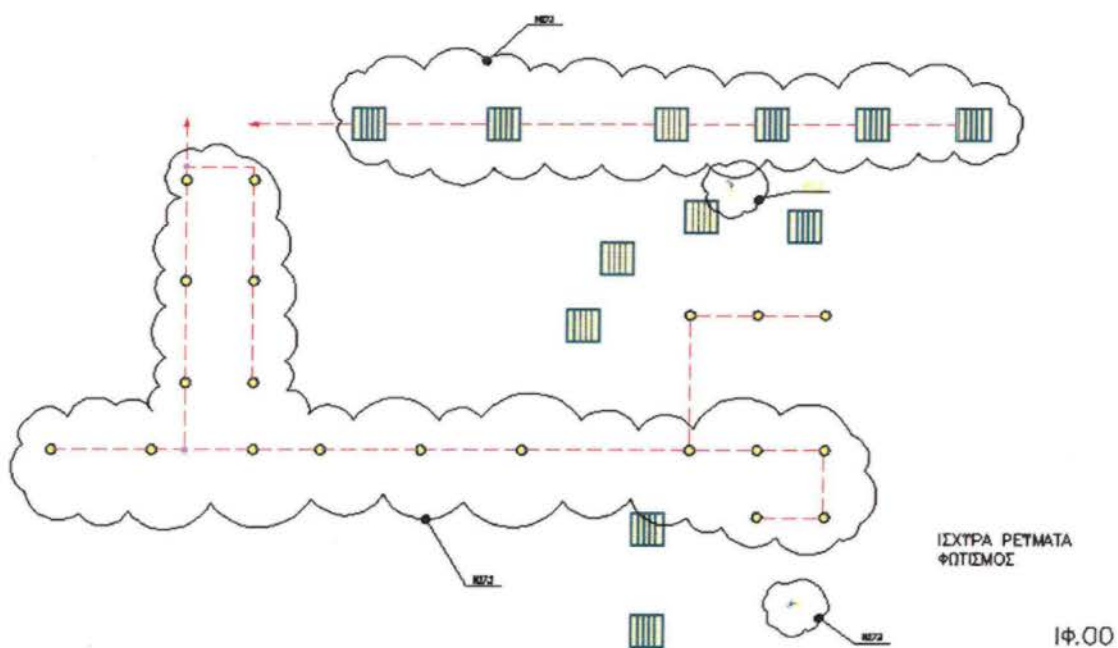
HIGH DEFINITION CAMERA
HIGH FLOW INSUFLATOR
ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΑ
ΠΛΥΝΤΗΡΙΑ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΚΑ
ΥΓΡΟΙ ΚΛΙΒΑΝΟΙ
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΒΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ
ΠΡΟΤΖΕΚΤΟΡΑΣ C5
ΣΧΙΣΜΟΕΙΔΗΣ ΛΥΧΝΙΕΣ SLIT LAMP
ΒΙΟΜΕΤΡΙΕΣ
ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΟ/ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ
VBM TOURNIQUET
ΟΘΟΝΗ ΟΠΤΩΤΥΠΩΝ
ΩΤΟΣΚΟΠΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΡΕΒΑΤΙΑ ΤΡΟΧΗΛΑΤΑ
ΦΑΚΟΜΕΤΡΑ
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΙΚΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟΥ
ΥΠΕΡΗΧΟΙ
ΦΟΡΗΤΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΚΟΠΗΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΚΟΠΗΣ
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΕΙΣ
ΒΟΟΜ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΟ
ΒΟΟΜ ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟ
ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΚΑΠΝΟΥ
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ
ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΑΛΥΤΕΣ
ΑΝΑΛΥΤΕΣ ΟΥΡΩΝ
ΒΙΟΧΗΜΙΚΟΙ ΑΝΑΛΥΤΕΣ
ΔΕΡΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΖΥΓΑΡΙΕΣ ΜΕ

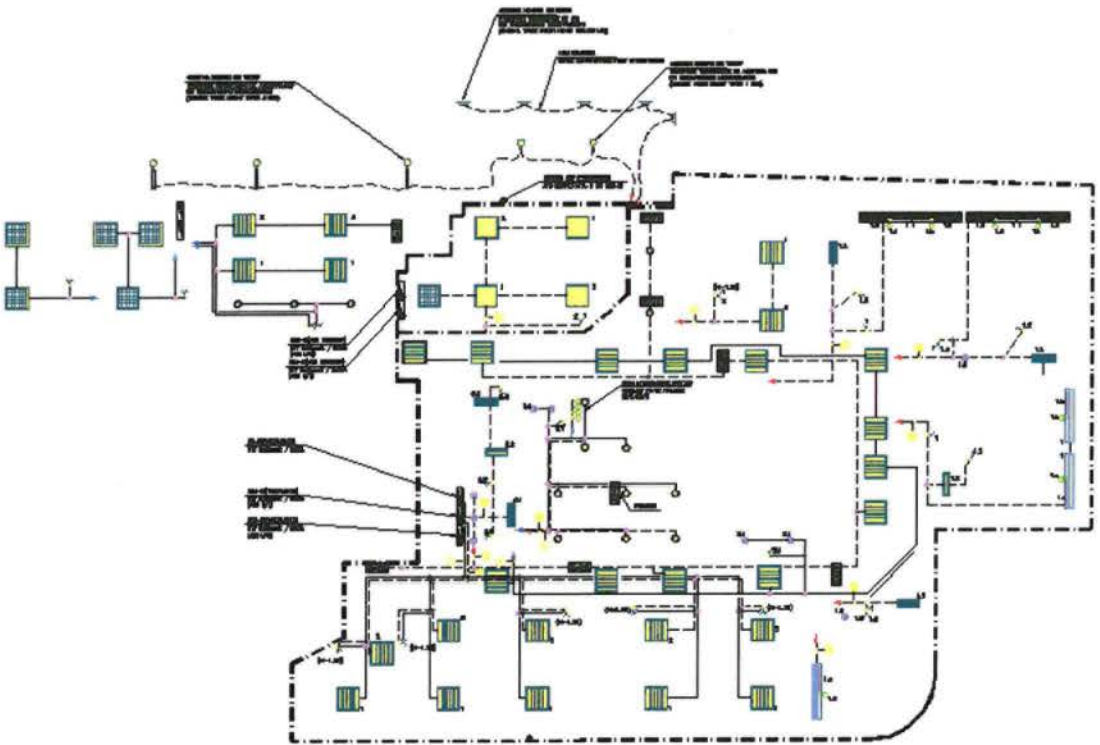
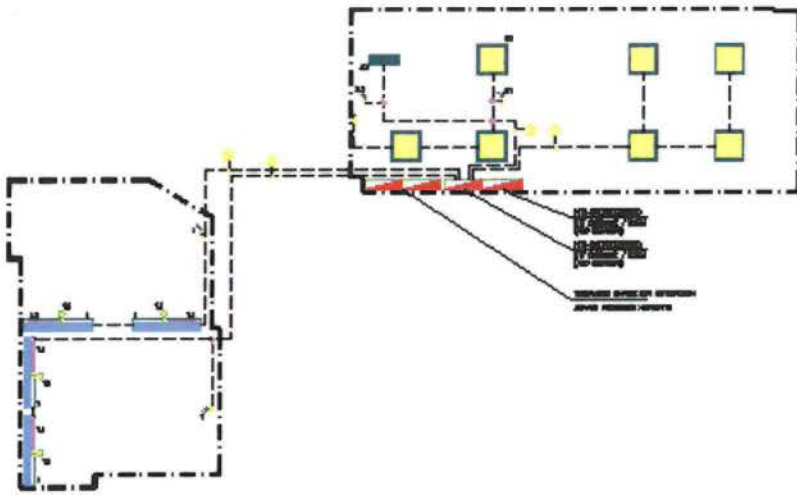
ΑΝΑΣΤΗΜΟΜΕΤΡΟ ΒΡΕΦΟΥΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΖΥΓΑΡΙΕΣ ΜΕ ΑΝΑΣΤΗΜΟΜΕΤΡΟ ΠΑΙΔΙΚΟ
ΚΑΜΕΡΑ ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΙΟΥ
ΓΥΨΟΠΡΙΟΝΟ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΚΟΥΠΑ ΓΙΑ ΓΥΨΟΠΡΙΟΝΟ
ΠΡΙΟΝΙ ΕΥΘΥ
ΤΡΟΧΗΛΑΤΕΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΕΙΣ
ΦΟΡΗΤΕΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΕΙΣ
ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΙΟ
ΣΥΣΚΕΥΗ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΜΗΣ IPC SHEVER
ΑΝΑΛΥΤΕΣ ΑΕΡΙΩΝ
ΝΕΥΡΟΔΙΕΡΓΕΤΗΣ
MORCELLATOR
VIDEO ΓΑΣΤΡΟΣΚΟΠΙΟ
VIDEO ΚΟΛΟΝΟΣΚΟΠΙΟ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗΣ VIDEO
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΕΝΔΟΣΚΟΠΙΩΝ
ΑΠΙΝΙΔΩΤΕΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΙ
ΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΙ
ΦΟΡΗΤΟΙ ΑΠΙΝΙΔΩΤΕΣ
ΦΟΡΗΤΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΙ
ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΥΡΓΟΣ
MINISHAKER
ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ
ECOMED MICRO CRYO III
ΚΡΥΟΠΗΞΙΕΣ
ΚΑΡΕΚΛΑ ΩΡΛ
ΩΡΛ ΜΟΝΑΔΑ
ΦΟΡΗΤΟΙΑΝΑΠΝΕΥΤΗΡΕΣ

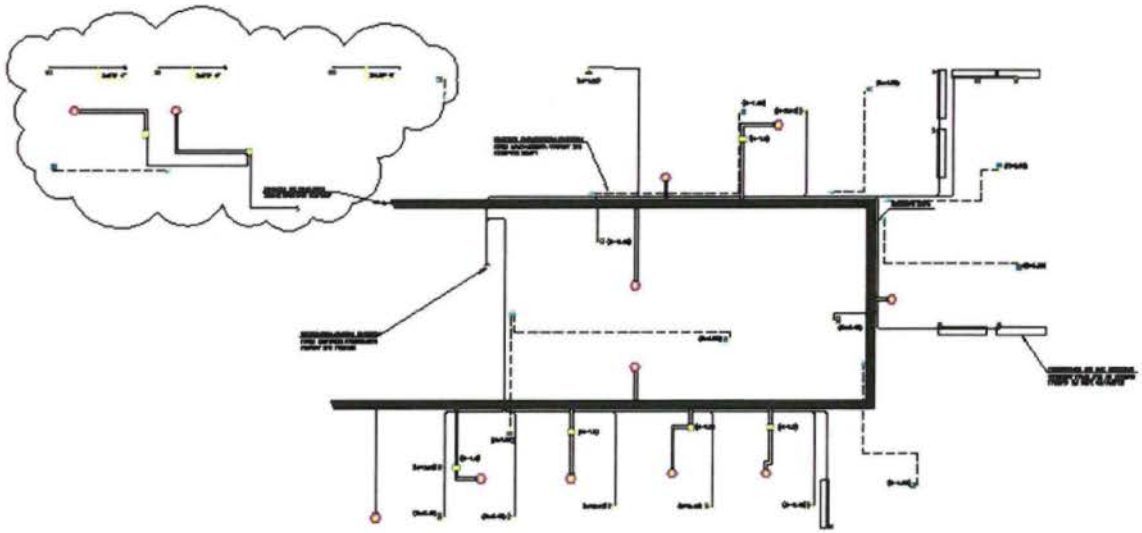
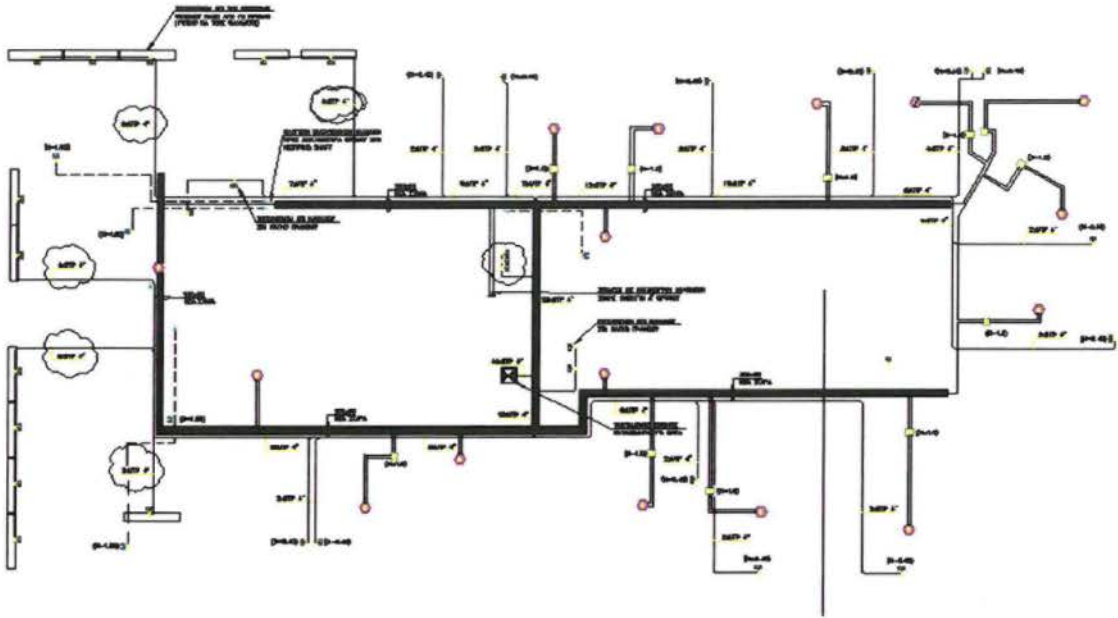
ΦΩΤΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟΥ ΦΟΡΗΤΑ
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΑ ΦΩΤΑ MARTIN
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ
ΦΟΡΗΤΕΣ ΚΡΥΟΠΗΞΙΕΣ
PUMP ARTHOSCOPY
ΒΙΟΜΕΤΡΙΑ ALCON
ΑΚΟΟΜΕΤΡΑ
ELECTRONIC ENDOFLUTOR
LAIZER ΚΕΦΑΛΗΣ
ULTRASONIC
ΑΚΟΥΟΓΡΑΦΟΙ
ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΑΙΜΟΣΤΑΤΗΣ
ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΧΗΣΗΣ
ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ
ΒΙΝΤΕΟΛΑΡΥΓΓΟΣΚΟΠΙΟ
ΔΙΑΦΑΝΟΣΚΟΠΙΑ ΜΟΝΑ
ΔΙΑΦΑΝΟΣΚΟΠΙΑ ΔΙΠΛΑ
ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ ΕΓΧΡΩΜΟΣ
ΕΜΕΣΟ ΟΦΘΑΛΜΟΣΚΟΠΙΟ
ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ
ΙΩΝΙΣΤΕΣ ΘΑΛΑΜΩΝ
ΣΤΑΘΜΟΣ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ
ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΗΤΕΣ
ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΑ
ΥΠΕΡΗΧΟΣ ΓΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ
ΦΑΚΟΣ LASER ΙΡΙΔΕΚΤΟΜΗΣ
ΦΑΚΟΣ LASER ΚΑΨΟΥΛΟΤΟΜΗΣ
ΦΑΚΟΣ ΜΕΓΕΝΘΥΤΙΚΟΣ
ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΦΟΙ
ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΙ
ΤΕΣΤ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ
ΤΕΣΤ ΓΙΑ ΑΧΡΩΜΑΤΩΨΙΑ

3. ΣΧΕΔΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ

Ηλεκτρολογικές και κτιριακές εγκαταστάσεις «Αθηναϊκή Κλινική»







4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Πίνακας 1. Υπολογισμός Φορτίων ΓΠΧΤ και Μ/Σ 800ΚVA

α/α	Περιγραφή	Εγκατ. Φορτίο (KW)	Συντ. Ισχύος	Εγκατ. Φορτίο (KVA)	Συντελ. Ετεροχρ.	Ετεροχρ. Φορτίο
1	Φωτισμός	60,17	0,9	66,85	0,9	60,2
2	Ρευματοδότες	154,86	0,85	182,2	0,2	36,4
3	Ρευματοδότες ιατρ. Εξοπλ.	58,1	0,85	68,35	0,6	41,01
4	FCU & VRV	8,5	0,85	10	0,8	8
5	Κλιματιστικές μονάδες	16,6	0,85	19,5	0,8	15,6
6	Εξαεριστήρες	10,04	0,85	11,8	0,8	9,4
7	Αντλίες θέρμανσης-ψύξης	29,3	0,85	34,5	0,8	27,6
8	Αντλίες ύδρευσης	15	0,85	17,6	0,6	10,6
9	Καυστήρας	2	0,85	2,35	0,8	1,9
10	Αεροσυμπιεστής	14,3	0,85	16,8	0,6	10,09
11	Ανελκυστήρας	35	0,85	41,2	0,6	24,7
12	Αποσκληρητής νερού	4	0,85	4,7	0,5	2,35
13	Πυρόσβεση	35	0,85	41,2	0,6	24,7
14	UPS	51,7	0,85	60,9	0,7	42,6
15	Θερμοσίφωνες	36	1	36	0,5	18
16	Αποστείρωση	120	0,85	141,2	0,6	84,7
17	Ακτινολογικό	50	0,85	58,8	0,5	29,4
18	Catering	15	0,85	17,7	0,7	12,3
19	VRV -1,2	30	0,85	35,29	0,7	24,7
20	Υγραντήρες	104	1	104	0,3	31,2
21	Ψύκτες	200	0,85	235,3	0,7	164,7
22	Διάφορας	10	0,85	11,8	0,6	7,5
	ΣΥΝΟΛΟ	1059,6	-	1217,9	0,56	687,3

Πίνακας 2. Υπολογισμός Φορτίων ΓΠΧΤ και Η/Ζ

α/α	Περιγραφή	Εγκατ. Φορτίο (KW)	Συντ.Ισχύος	Εγκατ. Φορτίο (KVA)	Συντελ. Ετεροχρ.	Ετεροχρ. Φορτίο
1	Φωτισμός	49,7	0,9	55,26	0,9	49,7
2	Ρευματοδότες	114,6	0,85	134,9	0,2	29,97
3	Ρευματοδότες ιατρ. Εξοπλ.	58,1	0,85	68,35	0,5	34,2
4	FCU & VRV	8,5	0,85	10	0,8	8
5	Κλιματιστικές μονάδες	16,6	0,85	19,5	0,8	15,6
6	Εξαεριστήρες	10,04	0,85	11,8	0,8	9,4
7	Αντλίες θέρμανσης-ψύξης	29,3	0,85	34,5	0,8	27,6
8	Αντλίες ύδρευσης	15	0,85	17,6	0,8	10,6
9	Καυστήρας	2	0,85	2,35	0,8	1,8
10	Αεροσυμπιεστής	14,3	0,85	16,8	0,6	10,09
11	Ανελκυστήρας	20	0,85	23,5	0,6	14,11
12	Αποσκληρητής νερού	4	0,85	4,7	0,5	2,35
13	Πυρόσβεση	35	0,85	41,2	0,6	24,7
14	UPS	51,8	0,85	60,9	0,7	42,6
15	Θερμοσίφωνες	36	0,85	36	0,5	18
16	Διάφορα	2	1	2,3	0,6	1,38
	ΣΥΝΟΛΟ	467,03	0,85	539,7	0,55	297,22