



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ»**

**Σπουδαστής:**

Ζουρνατσίδης Δημήτριος

ΑΜ: 32127

**Επιβλέπων:**

Ψωμόπουλος Κωνσταντίνος

**Πειραιάς**

**Φεβρουάριος - 2012**

.....  
Δημήτριος Ι. Ζουρνατσίδης

Φοιτητής του τμήματος Ηλεκτρολογίας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών  
του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Τ.Ε.Ι.) Πειραιά

Copyright © Δημήτριος Ι. Ζουρνατσίδης, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α. Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Κατ' αρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της πτυχιακής εργασίας κ. Κωνσταντίνο Ψωμόπουλο, επίκουρο καθηγητή του ΤΕΙ Πειραιά, για την εμπιστοσύνη του και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κ. Εμμανουήλ Οικονομάκο, ηλεκτρολόγο του εργοστασίου της Ελαΐς, ο οποίος καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο εργοστάσιο ήταν πάντα πρόθυμος να προσφέρει τις γνώσεις και τη βοήθειά του. Η συμβολή του ήταν ουσιαστική και πολύτιμη.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΕΝΕΡΓΕΙΑ &amp; ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ 10</b>	
1.1.1 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ .....	10
1.1.2 ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ .....	11
<b>1.2 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>12</b>
1.2.1 ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ .....	12
1.2.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ .....	16
<b>1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</b> .....	<b>26</b>
<b>2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &amp; ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ”</b> .....	<b>31</b>
<b>2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>31</b>
2.1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	32
<b>2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ</b> .....	<b>33</b>
2.2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	33
2.2.2 ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ Ε.Α. ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ .....	34
<b>2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</b> .....	<b>35</b>
2.3.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	35
2.3.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ .....	36
2.3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΘΕΣΠΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ .....	37
2.3.4 ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ.....	38
2.3.5 ΤΑ ΠΡΟΣΩΠΑ ΠΟΥ ΕΜΠΛΕΚΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	38
2.3.6 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ .....	40
2.3.7 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΟΡΓΑΝΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΕΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	42
2.3.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ.....	42
<b>3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ &amp; ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ”</b> .....	<b>44</b>
<b>3.1 Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ</b> .....	<b>44</b>
3.1.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	46
3.1.2 ΜΕΤΡΑ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	53
3.1.2.1 Ενεργειακή επιθεώρηση.....	54
3.1.2.2 Ενεργειακή Διαχείριση.....	55
3.1.2.3 Ενεργειακή αναδιοργάνωση - Οικονομική λειτουργία των ηλεκτρικών συστημάτων .....	56
3.1.2.4 Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης.....	58
3.1.2.5 Συντήρηση.....	59
<b>4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ”</b> .	<b>61</b>
<b>4.1 ΕΛΛΙΟΤΡΙΒΕΙΑ</b> .....	<b>62</b>
4.1.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΛΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ .....	62
4.1.2 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ (ΒΑΤ) .....	63
4.1.2.1 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης.....	63
<b>4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ</b> .....	<b>64</b>
4.2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	64
4.2.2 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ (ΒΑΤ) .....	65
4.2.2.1 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης.....	65
4.2.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης.....	66

<b>4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΨΥΚΤΙΚΩΝ .....</b>	<b>67</b>
4.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	67
4.3.2 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ (ΒΑΤ) .....	68
4.3.2.1 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης .....	68
4.3.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης .....	68
<b>4.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΖΥΘΟΠΟΙΑΣ .....</b>	<b>69</b>
4.4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	69
4.4.2 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ (ΒΑΤ) .....	70
4.4.2.1 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης .....	70
4.4.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης .....	70
<b>4.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΖΑΧΑΡΗΣ .....</b>	<b>72</b>
4.5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	72
4.5.2 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ (ΒΑΤ) .....	73
4.5.2.1 Ρυπαντικοί παράγοντες .....	73
4.5.2.2 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης .....	73
4.5.2.3 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης .....	74
<b>4.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΝΣΕΡΒΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ .....</b>	<b>75</b>
4.6.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	75
4.6.2 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ (ΒΑΤ) .....	76
4.6.2.1 Τεχνικές πρόληψης της ρύπανσης .....	76
4.6.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης .....	77
<b>5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΪΣ” .....</b>	<b>78</b>
<b>5.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ATLAS COPCO .....</b>	<b>79</b>
5.1.1 ONLINE ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ .....	80
5.1.2 POWER QUALITY (ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ) .....	84
5.1.3 EN 50160 (ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ) .....	88
5.1.4 WAVEFORMS (ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΕΣ) .....	93
5.1.5 FAST LOGGING .....	95
5.1.6 TRANSIENTS .....	97
<b>5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΡΑΦΙΝΕΡΙ .....</b>	<b>99</b>
5.2.1 ONLINE ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ .....	100
5.2.2 POWER QUALITY (ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ) .....	103
5.2.3 EN 50160 (ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ) .....	107
5.2.4 WAVEFORMS (ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΕΣ) .....	112
5.2.5 FAST LOGGING .....	114
5.2.6 TRANSIENTS .....	116
<b>5.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ .....</b>	<b>118</b>
<b>6<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΪΣ” .....</b>	<b>121</b>
<b>6.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ .....</b>	<b>121</b>
6.1.1 ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ .....	121
6.1.1.1 Χρησιμοποίηση ηλεκτρικών διατάξεων έναυσης (ballast) .....	121
6.1.1.2 Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα - Μικρότερες απώλειες ballast ...	122
6.1.1.3 Χρησιμοποίηση κατάλληλων λαμπτήρων T5 .....	125
6.1.1.4 Χρησιμοποίηση κατάλληλων φωτιστικών .....	125
6.1.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	126
6.1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ .....	127
6.1.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	128

<b>6.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ .....</b>	<b>130</b>
6.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	130
6.2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	130
6.2.3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΑΥΤΩΝ.....	132
6.2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ EFF1/EFF2 .....	133
6.2.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ .....	134
6.2.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ .....	135
<b>6.3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΑΝΤΛΙΕΣ ΝΕΡΟΥ .....</b>	<b>136</b>
6.3.1 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	136
6.3.2 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ .....	137
6.3.3 ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	137
<b>6.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ .....</b>	<b>138</b>
6.4.1 ΕΙΔΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ .....	140
6.4.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ.....	141
6.4.2.1 Αρχή λειτουργίας της ECM-τεχνολογίας.....	142
6.4.2.2 Ενεργειακή σήμανση.....	144
<b>6.5 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ.....</b>	<b>145</b>
6.5.1 ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΒΗΤΑ .....	146
6.5.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	147
6.5.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΑ .....	148
<b>6.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ.....</b>	<b>149</b>
6.6.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ .....	149
6.6.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ - ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	151
6.6.3 ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	152
<b>6.7 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗVAC.....</b>	<b>154</b>
6.7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	154
6.7.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΗVAC.....	155
6.7.2.1 Θέρμανση Χώρων .....	156
6.7.2.2 Εξαερισμός.....	156
6.7.2.3 Κλιματισμός .....	156
6.7.2.4 Εξοπλισμός.....	157
6.7.2.5 Συστήματα Ελέγχου .....	157
6.7.2.6 Υλικά Κτιρίου.....	157
6.7.2.7 Συντήρηση.....	157
<b>6.8 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ .....</b>	<b>159</b>
6.8.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ, ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΕΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ .....	159
6.8.1.1 Γενικά.....	159
6.8.1.2 Επιλογή αεροσυμπιεστή .....	159
6.8.1.3 Εγκατεστημένη παροχή αέρα .....	160
6.8.1.4 Δίκτυα διανομής του πεπιεσμένου αέρα .....	161
<b>6.9 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ .....</b>	<b>165</b>
6.9.1 Διπλοί ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ .....	165
<b>6.10 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΑΣΗΣ &amp; ΡΕΥΜΑΤΟΣ .....</b>	<b>168</b>
6.10.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ.....	168
6.10.1.1 Πηγές αρμονικών διαταραχών .....	168
6.10.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΟΙ ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ .....	170
6.10.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΟΙ ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ .....	172

6.10.3.1 Φίλτρα απόσβεσης αρμονικών..... 173

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 179**

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 190**

## SUMMARY

The purpose of this bachelor thesis is to express a set of proposals for improving energy efficiency in the factory of Elais which is located in Neo Faliro. ELANTHI-ELAIS SA, which belongs to the company UNILEVER HELLAS, is one of the biggest companies of production and bottling olive oil. Initially, they are listed some reasons for improving energy efficiency of an industry and the need for energy audit. Then, using the energy analyzer Metrel PQA Plus, measurements were taken and the results of these measurements are being analyzed with the program Power Link. Based on these measurements suggestions are listed for saving energy in the in the factory's compressors (which are a major power plant and are often a high energy consumption equipment, therefore their performance has a significant impact on total operating cost of the factory). Also, measurements were taken at the area of the refinery (in which motors, pumps, agitators and inverters are located). It is also reported how energy is being saved in major areas such as lighting, motors, industrial cooling, etc..

**Keywords:** Energy conservation, energy audit, energy efficiency, energy saving in lighting, optimizing quality of voltage and current



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διατύπωση μιας σειράς προτάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο εργοστάσιο της Ελαΐς που βρίσκεται στο Νέο Φάληρο. Η ΕΛΑΝΘΗ-ΕΛΑΪΣ Α.Ε.Β.Ε., η οποία ανήκει στην εταιρεία UNILEVER HELLAS, είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες παραγωγής και εμφιάλωσης ελαιόλαδου. Αρχικά, αναφέρονται οι λόγοι βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας μιας βιομηχανίας καθώς και η ανάγκη ενεργειακής επιθεώρησης. Στη συνέχεια, γίνονται μετρήσεις με τον αναλυτή ενέργειας Metrel PQA Plus, και αναλύονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο πρόγραμμα Power Link. Με βάση αυτές τις μετρήσεις, παραθέτονται οι προτάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στους αεροσυμπιεστές του εργοστασίου (οι οποίοι αποτελούν σημαντική εγκατάσταση παροχής ενέργειας και είναι συχνά μείζονες εξοπλισμοί κατανάλωσης ενέργειας και επομένως η απόδοσή τους έχει σημαντική επίδραση στο συνολικό λειτουργικό κόστος του εργοστασίου), καθώς και στον χώρο της ραφινερί (στον οποίο βρίσκονται κινητήρες, αντλίες, αναδευτήρες και inverters). Επίσης, αναφέρονται τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στους μείζονες τομείς, όπως φωτισμό, κίνηση, βιομηχανική ψύξη κ.α..

**Λέξεις κλειδιά:** Εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή επιθεώρηση, ενεργειακή αποδοτικότητα, εξοικονόμηση ενέργειας στον φωτισμό, βελτιστοποίηση τάσης-ρεύματος

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## “ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”

### 1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή που μόνο η έλλειψή της καθιστά πρόδηλη την αναγκαιότητά της. Το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων δεσμεύει, παράγει, καταναλώνει, μετατρέπει, αποθηκεύει και υποβαθμίζει τεράστια ποσά ενέργειας. Κάθε πολίτης των αναπτυγμένων κρατών καταναλώνει ημερησίως τόση ενέργεια όση παράγουν οι μύες 100 μεγαλόσωμων ανδρών ή 12 δυνατών αλόγων.

Η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές. Κίνηση, θερμότητα, ενέργεια χημικών δεσμών ή ηλεκτρισμός. Ακόμη και η μάζα είναι μια μορφή ενέργειας. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως ο άνεμος, ο άνθρακας, η ξυλεία ή τα τρόφιμα. Όλες οι πηγές ενέργειας έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Η χρήση τους μας δίνει τη δυνατότητα να θέσουμε αντικείμενα σε κίνηση, να μεταβάλλουμε θερμοκρασίες, να παράγουμε ήχο και εικόνα. Με άλλα λόγια, μας δίνεται η δυνατότητα να παράγουμε έργο.

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των πρωτογενών μορφών σε τελική ενέργεια όπως για παράδειγμα ηλεκτρισμός ή βενζίνη. Τέλος, κατάλληλος εξοπλισμός ή συσκευές όπως το αυτοκίνητο ή η τηλεόραση, μετατρέπουν την τελική ενέργεια σε χρήσιμη ενέργεια παρέχοντας ενεργειακές υπηρεσίες. Από την πρωτογενή έως την χρήσιμη ενέργεια, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας. Εξόρυξη άνθρακα ή πετρελαίου, μεταφορά με αγωγούς, χρήση δεξαμενόπλοιων, καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και πολλά άλλα. Όλη αυτή η πολυσύνθετη αλυσίδα είναι γνωστή ως ενεργειακό σύστημα.

#### 1.1.1 Θερμότητα

Η πιο κοινή ενεργειακή μορφή που μεταφέρεται σε μια παραγωγική διαδικασία είναι η θερμότητα. Υπό τη θερμοδυναμική έννοια, η θερμότητα (όπως και το έργο) υπάρχει μόνο ως «ενέργεια σε μεταφορά». Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα υπάρχει κατά τη διάρκεια της ενεργειακής μεταφοράς από ένα σώμα σε άλλο ή μεταξύ ενός μελετημένου συστήματος και του περιβάλλοντός του. Δεν μπορεί ποτέ να θεωρηθεί ότι αποθηκεύεται σε ένα σώμα. Όλες οι χημικές ουσίες απορροφούν την ενέργεια υπό μορφή θερμότητας και την αποθηκεύουν υπό μορφή εσωτερικής ενέργειας, η οποία μπορεί να περιγραφεί

ως κινητική και δυναμική ενέργεια των ατόμων και των μορίων που αποτελούν το σώμα.

Στην πράξη, συνηθίζουμε να θεωρούμε το ποσό ενέργειας που συσσωρεύεται μέσα σε ένα σώμα ως θερμότητα. Κυρίως, επειδή αυτό που παρατηρούμε (σε έναν εναλλάκτη θερμότητας παραδείγματος χάριν) είναι θερμότητα που μεταφέρεται από μια ουσία σε μια άλλη και επίσης αυτό είναι που μπορούμε εύκολα να μετρήσουμε. Δεν ενδιαφερόμαστε για τις απόλυτες τιμές της ενέργειας που αποθηκεύονται σε ένα σώμα. Αντ' αυτού, αυτό που ψάχνουμε είναι οι ενεργειακές διαφορές μεταξύ των αρχικών και τελικών καταστάσεων μιας διαδικασίας. Και αυτές οι διαφορές ισούνται με την ενέργεια που μεταφέρθηκε ως θερμότητα, πολλαπλασιασμένη συνήθως με ένα συντελεστή απόδοσης. Συνεπώς, όταν συναντώνται όροι όπως «θερμική ενεργειακή αύξηση» και «θερμότητα που αποθηκεύεται», πρέπει να έχουμε κατά νου ότι έλαβε χώρα αποθήκευση ενέργειας σε ένα σώμα μέσω μεταφοράς θερμότητας. Στη βιομηχανία, η απαιτούμενη θερμότητα παράγεται κυρίως με την καύση ορυκτών καυσίμων και βιομάζας.

### 1.1.2 Ηλεκτρισμός

Ο ηλεκτρισμός θεωρείται ως η πιο «καθαρή» και αποδοτική μορφή ενέργειας. Μπορεί να περιγραφεί ως ροή ενέργειας μέσα στην ύλη ή μεταξύ δύο σωμάτων. Αυτό συμβαίνει επειδή σε μερικά είδη ατόμων, όπως των μετάλλων, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια έλκονται χαλαρά από τον πυρήνα του ατόμου. Θεωρούνται ως κοινά διαμοιρασμένα από γειτονικά άτομα. Όταν εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση σε υλικά με τέτοια άτομα, τα χαλαρά ελκόμενα ηλεκτρόνια κινούνται μεταξύ των ατόμων της ύλης. Έτσι δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα καθώς ηλεκτρόνια κινούνται από τις θέσεις με υψηλές ηλεκτρονικές συγκεντρώσεις προς τις θέσεις με χαμηλότερες. Σε αυτή την περίπτωση, η ηλεκτρική τάση είναι η «ωθούσα δύναμη» και το ηλεκτρικό ρεύμα είναι το αποτέλεσμα. Το μέγεθος του φαινομένου είναι ανάλογο προς την ωθούσα δύναμη και αντιστρόφως ανάλογο της αντίστασης της ύλης στην κίνηση αυτή των ηλεκτρονίων. Η αντίσταση εξαρτάται από το μήκος της ροής των ηλεκτρονίων, την τομή της περιοχής ροής, τη θερμοκρασία της ύλης και το υλικό που την αποτελεί.

Η κατανόηση της θεωρίας του ηλεκτρισμού και η εφαρμογή του κατέστησαν την ηλεκτρική ενέργεια ως αναγκαία στο σύγχρονο πολιτισμό. Ακόμη και συστήματα που χρησιμοποιούν άλλες μορφές ενέργειας είναι πιθανό να περιλαμβάνουν συστήματα ελέγχου ή εξοπλισμό που απαιτούν ηλεκτρισμό. Παραδείγματος χάριν, υπάρχουν σύγχρονα συστήματα θέρμανσης χώρων που λειτουργούν με καύση φυσικού αερίου, πετρελαίου ή και άνθρακα, αλλά η πλειοψηφία τους περιλαμβάνει συστήματα ελέγχου καύσης και θερμοκρασίας που απαιτούν την ηλεκτρική ενέργεια προκειμένου να λειτουργήσουν. Παρομοίως, οι περισσότερες βιομηχανικές και κατασκευαστικές διεργασίες απαιτούν χρήση του ηλεκτρισμού. Έτσι, μπορεί κανείς να πει ότι οι περισσότερες δραστηριότητες παραλούν σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. [1]

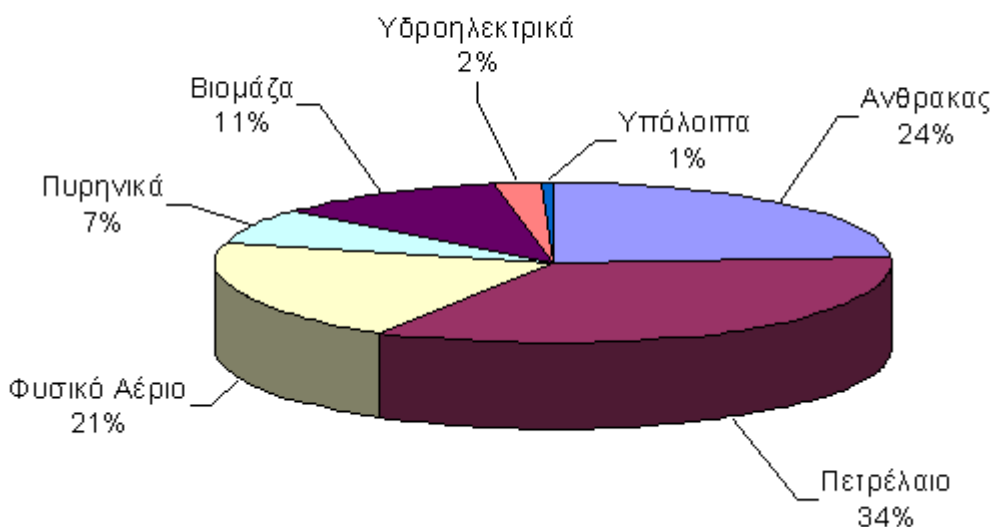
## 1.2 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο συχνά χρησιμοποιούμενος όρος «Πηγές Ενέργειας» δεν ευσταθεί από επιστημονικής σκοπιάς διότι σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια ούτε δημιουργείται αλλά ούτε και καταστρέφεται. Απλά αλλάζει μορφές. Γενικά όμως, ο όρος Πηγές Ενέργειας περιγράφει τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας χρήσης. Οι πηγές ενέργειας ταξινομούνται γενικά σε δυο κατηγορίες:

- ✚ Μη ανανεώσιμες
- ✚ Ανανεώσιμες

Η σημερινή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται σε 10 δις τόνους ισοδύναμου πετρελαίου με κυρίαρχες πηγές τα ορυκτά καύσιμα τα οποία καλύπτουν περισσότερο από το 80% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης.

### Παγκόσμια Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (2005)



**Σχήμα 1.1** Στην κατηγορία «υπόλοιπα» κατατάσσεται κυρίως η ηλιακή ενέργεια, η αιολική και η γεωθερμική. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που αντιστοιχεί στο πετρέλαιο καταναλώνεται στις πάσης φύσεως μεταφορές, ενώ ο άνθρακας και το φυσικό αέριο στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

### 1.2.1 Μη Ανανεώσιμες Πηγές

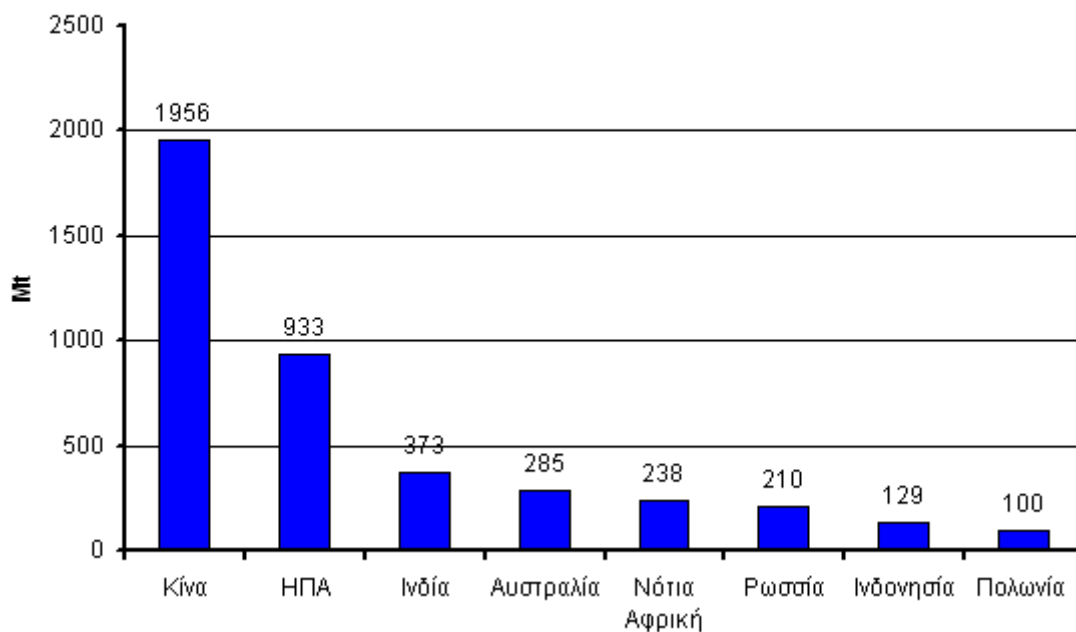
Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά

και ως ορυκτά καύσιμα. Βέβαια, η φύση δεν σταματά να δημιουργεί ούτε άνθρακα ούτε πετρέλαιο. Αν αναλογισθούμε όμως ότι η ανθρωπότητα καταναλώνει ημερησίως τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε πλέον την έννοια της ανανεωσιμότητας.

### α) Γαιάνθρακες

Σχεδόν κάθε χώρα στον πλανήτη διαθέτει αποθέματα ανθράκων αλλά μόνο σε 70 χώρες η εξόρυξη άνθρακα αποτελεί εμπορική δραστηριότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα σημερινά (2006) επίπεδα παραγωγής και κατανάλωσης, τα παγκόσμια αποθέματα άνθρακα επαρκούν για τα επόμενα 164 χρόνια. Σε αντιδιαστολή, τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου επαρκούν για τα επόμενα 41 και 67 χρόνια αντίστοιχα.

#### Παραγωγή άνθρακα (2005)

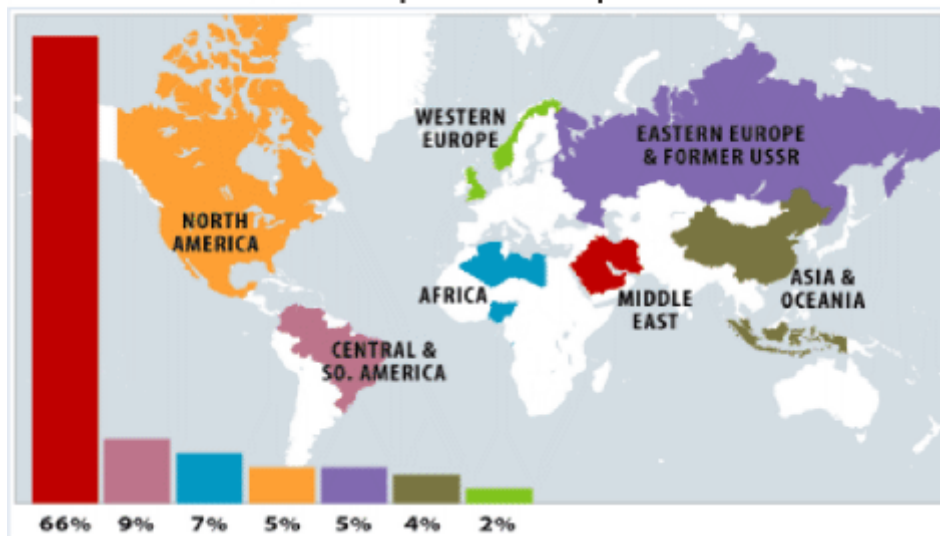


**Σχήμα 1.2** Παραγωγή άνθρακα κατά το έτος 2005

Μεσοπρόθεσμα, αναμένεται σημαντική αύξηση της κατανάλωσης άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδιαίτερα στην Κίνα και την Ινδία. Μέχρι το 2030, οι δύο αυτές χώρες θα καταναλώνουν τα 2/3 της παγκόσμιας κατανάλωσης του άνθρακα.

## β) Πετρέλαιο

## Αποθέματα Πετρελαίου



Εικόνα 1.1 Τα αποθέματα πετρελαίου στον πλανήτη μας

ΧΩΡΑ	Mt	% ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Σαουδική Αραβία	507	12,9
Ρωσία	477	12,1
ΗΠΑ	310	7,9
Ιράν	216	5,5
Κίνα	184	4,7
Μεξικό	183	4,6
Καναδάς	151	3,8
Βενεζουέλα	151	3,8
Κουβέιτ	139	3,5
Ην. Αραβικά Εμιράτα	134	3,4

Πίνακας 1.1 Σημαντικότερες πετρελαιοπαραγωγικές χώρες (2006). Πηγή: IEA

## γ) Φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε πολύ μικρότερη αναλογία από αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνιο. Καθοριστικός παράγοντας για τη σύστασή του, αποτελεί η προέλευσή του και ιδιαίτερα εάν πρόκειται για αμιγώς κοιτάσμα φυσικού αερίου ή προκύπτει από κοιτάσματα πετρελαίου. Η εμπορική αξιοποίησή του ξεκίνησε περίπου το 1810 ως καύσιμο σε λάμπες φωτισμού, ενώ μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου κατασκευάστηκαν τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου. Στα προτερήματά του ως πηγή ενέργειας

περιλαμβάνονται η δυνατότητα μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις μέσω αγωγών και βεβαίως η συγκριτικά φιλική προς το περιβάλλον καύση του.

ΧΩΡΑ	Mm3	% ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Ρωσία	656.290	22,0
ΗΠΑ	524.368	17,6
Καναδάς	189.179	6,4
Ιράν	98.123	3,3
Νορβηγία	91.834	3,1
Αλγερία	88.785	3,0
Μ. Βρετανία	83.821	2,8
Ολλανδία	77.295	2,6
Ινδονησία	72.096	2,4
Τουρκμενιστάν	72.096	2,3

*Πίνακας 1.2* Σημαντικότερες χώρες παραγωγής φυσικού αερίου (2006). Πηγή: ΙΕΑ

### δ) Πυρηνική ενέργεια

Η ενέργεια που εκλύεται κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις. Στην πράξη ο όρος πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει την ενέργεια που απελευθερώνεται σε τεράστιες ποσότητες κατά την πυρηνική σχάση, δηλαδή τη διάσπαση ατομικών πυρήνων προς ελαφρότερους, και κατά την πυρηνική σύντηξη, δηλαδή την ένωση πυρήνων για το σχηματισμό βαρύτερων. Μη ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα κατά την έκρηξη της ατομικής βόμβας ή της βόμβας υδρογόνου. Ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις χρησιμοποιούνται ως πρωτογενής ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας μέσω ειδικών κινητήρων. Έως το 1995 οι εφαρμογές των κινητήρων που χρησιμοποιούν πυρηνικά καύσιμα περιορίζονταν στη ναυσιπλοΐα (πολεμικά πλοία, υποβρύχια, παγοθραυστικά, εμπορικά πλοία - σε μικρή όμως κλίμακα), ενώ διεξάγονταν προσπάθειες και για την κατασκευή πυρηνικών πυραυλοκινητήρων. Ωστόσο, πολύ σπουδαιότερη για την παγκόσμια οικονομία είναι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας ως πρωτογενούς ενεργειακής πηγής με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες.

ΧΩΡΑ	TWh	% ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΗΠΑ	811	29,2
Γαλλία	452	16,3
Ιαπωνία	305	11,0
Γερμανία	163	5,9
Ρωσία	149	5,4
Ν. Κορέα	147	5,3
Καναδάς	92	3,3
Ουκρανία	89	3,2
Μ. Βρετανία	82	3,0

*Πίνακας 1.3 Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί πυρηνικής ενέργειας (2005) Πηγή: IEA*

### 1.2.2 Ανανεώσιμες Πηγές

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έθεσε το 1992 στη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, να περιορίσει δηλαδή, μέχρι το έτος 2000 τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα στα επίπεδα του 1993, είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- **ο ήλιος - ηλιακή ενέργεια:** με υποτομείς τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τη φωτοβολταϊκή μετατροπή
- **ο άνεμος - αιολική ενέργεια**
- **οι υδατοπτώσεις - υδραυλική ενέργεια:** με περιορισμό στα μικρά υδροηλεκτρικά, ισχύος κάτω των 10 MW
- **η γεωθερμία - γεωθερμική ενέργεια:** υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας
- **η βιομάζα:** θερμική ή χημική ενέργεια με την παραγωγή βιοκαυσίμων, τη χρήση υπολειμμάτων δασικών εκμεταλλεύσεων και την αξιοποίηση βιομηχανικών αγροτικών (φυτικών και ζωικών) και αστικών αποβλήτων
- **οι θάλασσες:** ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια των ωκεανών από τη διαφορά θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος.



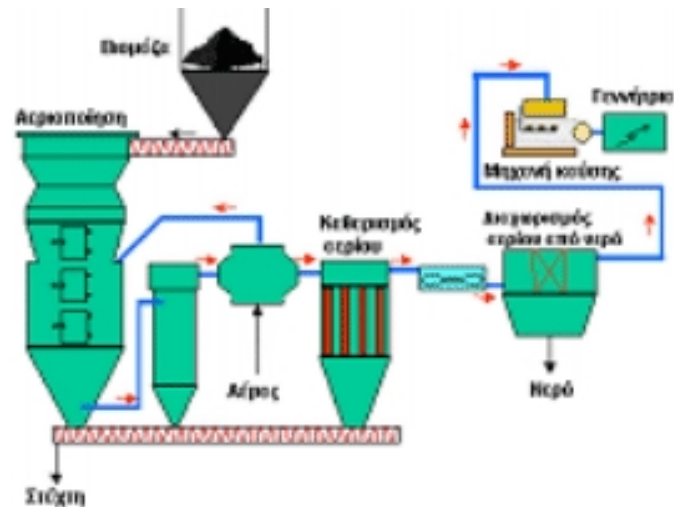
### Τα κύρια **πλεονεκτήματα** των ΑΠΕ:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν (**μειονεκτήματα**) την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

## α) Βιομάζα



*Εικόνα 1.2 Κύκλος παραγωγής βιομάζας*

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτή την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της, ενώ αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια.

### Πλεονεκτήματα

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αφού οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου ( $\text{SO}_2$ ) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

- Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλιάνθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

### **Μειονεκτήματα**

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

### **β) Ηλιακή ενέργεια**

Η δράση της ηλιακής ακτινοβολίας αξιοποιείται με:

- Ενεργητικά
- Παθητικά, και
- Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

### **Πλεονεκτήματα**

- Μηδενική ρύπανση
- Αθόρυβη λειτουργία
- Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής

- Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων για την παραγωγή της ενέργειας (μπαταρίες)
- Δυνατότητα επέκτασης
- Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας - ελάχιστη συντήρηση

### **Μειονεκτήματα**

- υψηλό κόστος κατασκευής
- έλλειψη επιδοτήσεων
- προβλήματα στην αποθήκευση

### **γ) Αιολική ενέργεια**

#### **1) Τεχνολογία ανεμογεννητριών**

Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός.

#### **2) Αιολικό πάρκο**

Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90%. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 kW και μπορούν να συνδεθούν κατευθείαν στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



**Εικόνα 1.3** Αιολικό πάρκο

Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλει:

- στην **αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας** με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη.
- σε σημαντικό **περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος**, αφού έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας μόνο ανεμογεννήτριας ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο, υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή αποτροπή της εκπομπής 735 περίπου τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως καθώς και 2 τόνων άλλων ρύπων.
- στη **δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας**, αφού εκτιμάται ότι για κάθε νέο Μεγαβάτ αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας.

Τα **ενδεχόμενα προβλήματα** από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και επίσης, πιθανά προβλήματα αισθητικής.

#### δ) Γεωθερμική ενέργεια



*Εικόνα 1.4* Θερμοκρασίες στο εσωτερικό της Γης

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν την επικράτεια, όπως στη Νίσυρο, την Ικαρία, τη Μήλο, τη Σαντορίνη, τη Λέσβο, τη Ν. Κεσσάνη Ξάνθης, τη Νιγρίτα Σερρών, τον Λαγκαδά Θεσ/κης και τα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής. Το απολήψιμο

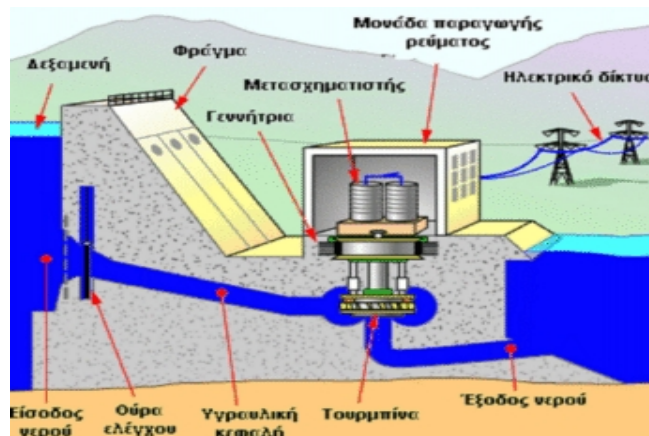
δυναμικό των δύο πλήρως ερευνημένων γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας για ηλεκτροπαραγωγικούς σκοπούς ανέρχεται σε 170 MWe ενώ το συνολικό δυναμικό εκτιμάται σε περισσότερα από 500 MWe (ΥΠΑΝ, 2005). Σήμερα, η κυριότερη ενεργειακή χρήση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι η θέρμανση θερμοκηπίων. Η συστηματικότερη αξιοποίηση της γεωθερμίας πρέπει να περιλαμβάνει και άλλες εφαρμογές όπως η τηλεθέρμανση, η θερμική αφαλάτωση του νερού και η παραγωγή ηλεκτρισμού. Η συστηματική εκμετάλλευση των γεωθερμικών μπορεί να αποφέρει στη χώρα μας **σημαντικά οφέλη**:

- Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου.
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση της κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη.
- Καθαρότερο περιβάλλον, καθώς παράγονται πολύ μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> και ελάχιστες έως μηδενικές οξειδίων του αζώτου και του θείου.

Παρόλα αυτά, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συναντά αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο καθώς **ενδέχεται να προκύψουν**:

- Προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσσομα αέρια (π.χ. υδρόθειο). Αντιμετωπίζονται με την επανέγχυση των γεωθερμικών ρευστών στον ταμειυτήρα μέσω γεώτρησης και με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού δέσμευσης των παραγόμενων αερίων.
- Προβλήματα διάβρωσης και δημιουργίας αποθέσεων, κυρίως στις σωληνώσεις μεταφοράς των ρευστών. Μπορεί να αντιμετωπιστούν τόσο με την προσθήκη στα γεωθερμικά ρευστά κατάλληλων χημικών διαλυτοποίησης των αλάτων όσο και με τη χρήση καταλληλότερων υλικών.

## ε) Υδραυλική ενέργεια



*Εικόνα 1.5 Εκμετάλλευση υδραυλικής ενέργειας*

Τα **πλεονεκτήματα** από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας.
- Είναι μία «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος).
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.

Τα **μειονεκτήματα** που συνήθως εμφανίζονται είναι:

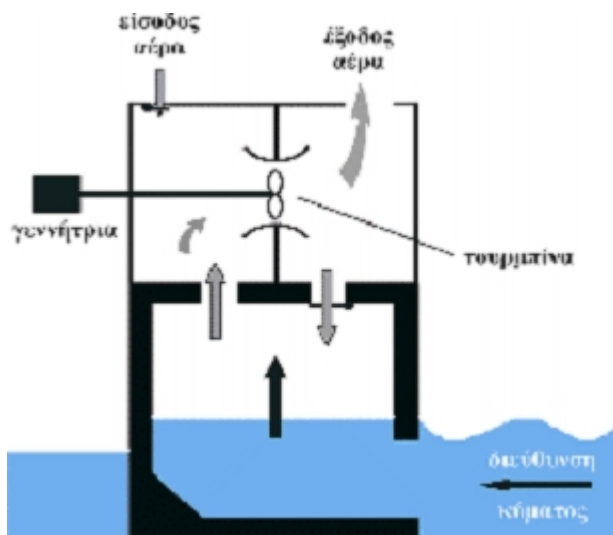
- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.

### **στ) Ενέργεια κυμάτων**

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- α) από τα κύματα
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού

α) Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τρόπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λπ..



**Εικόνα 1.5** Η κινητική ενέργεια των κυμάτων

β) Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

γ) Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C.

### Πλεονεκτήματα

- Η ενέργεια είναι δωρεάν καθώς δεν χρησιμοποιείται κανένα είδος καύσιμης ύλης.
- Δεν είναι ακριβή η λειτουργία και η συντήρηση των μονάδων παραγωγής ενέργειας μέσω των θαλάσσιων κυμάτων.



- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον καθώς κατά τη λειτουργία της μονάδας δεν παράγονται απόβλητα.
- Δίνεται η δυνατότητα παράγωγης ενός μεγάλου ποσού ενέργειας.
- Αποθέματα της πρώτης ύλης (νερό) υπάρχουν σε αφθονία σε παγκόσμια κλίμακα μιας και υδάτινο είναι το 75% της επιφάνειας του πλανήτη μας.
- Μικρό χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έρευνα, την εγκατάσταση και τη λειτουργία μίας τέτοιας μονάδας.
- Προστατεύουν την ακτή στην οποία βρίσκονται, πράγμα πολύ χρήσιμο σε λιμάνια.
- Δεν δημιουργούν προβλήματα στις μετακινήσεις των ψαριών (εκτός από τα παλιρροϊκά φράγματα).
- Η κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία προστατευμένων υδάτινων περιοχών οι οποίες είναι ελκυστικές για διάφορα είδη ψαριών και υδρόβιων πουλιών.

### **Μειονεκτήματα**

- Η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται από τη δύναμη των κυμάτων, όπου άλλες φορές παίρνουμε μεγάλα πόσα ενέργειας και άλλες φορές μηδενικά. Αντίστοιχα, στη παλίρροια εξαρτάται από την κίνηση των υδάτων.
- Απαιτείται προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης της μονάδας καθώς θα πρέπει στη πρώτη περίπτωση να έχουμε δυνατά κύματα ενώ στη δεύτερη θα πρέπει να εμφανίζονται τα φαινόμενα της παλίρροιας και της άμπωτης.
- Πολλές από τις εγκαταστάσεις είναι θορυβώδης.
- Οι εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται με ειδικό τρόπο ώστε να αντέχουν στις δύσκολες καιρικές συνθήκες που θα αντιμετωπίσουν.
- Το κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας στη στεριά είναι πολύ υψηλό. [1]

### 1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, επιδρά αρνητικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Κατά την καύση του ξύλου, τα σωματίδια που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα επιδρούν αρνητικά στην ανθρώπινη υγεία. Το διοξείδιο του θείου που απελευθερώνεται κατά την ενεργειακή αξιοποίηση του άνθρακα ή του πετρελαίου δημιουργεί την όξινη βροχή. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση όλων των ορυκτών καυσίμων συνιστούν την κυριότερη αιτία υπερθέρμανσης του πλανήτη. Παράλληλα, η κατασκευή και λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών είναι συνυφασμένη πολλές φορές με την μετακίνηση χιλιάδων ανθρώπων και την καταστροφή μεγάλης έκτασης δασών. Η επίδραση των ενεργειακών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία είναι πολύπλευρη και πολύπλοκη. Όταν καίγεται ξυλεία σε ανοιχτή εστία καύσης μέσα στο σπίτι μου, υπάρχει ο κίνδυνος να εισπνεύσω ιπτάμενα σωματίδια και άλλες βλαβερές ουσίες, αλλά αυτό περιορίζεται στο **οικογενειακό** μου περιβάλλον. Η κίνηση αυτοκινήτων δημιουργεί το γνωστό «νέφος» το οποίο επιδρά αρνητικά σε όλους τους κατοίκους μιας πόλης. Στην περίπτωση αυτή η επίδραση αυξάνεται σε **δημοτικό** επίπεδο. Ιπτάμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου και του αζώτου μπορούν να έχουν αρνητική επίδραση ακόμη και εκατοντάδες χιλιόμετρα από την εστία εκπομπής τους. Πρόκειται πλέον για επίδραση **περιφερειακού** επιπέδου. Τέλος το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη αφορά στο σύνολο των κατοίκων της γης και βεβαίως πρόκειται για επίδραση **πλανητικού** επιπέδου.

α) Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε **οικογενειακό** επίπεδο

Στις δυτικές κοινωνίες, η επιβάρυνση του οικογενειακού περιβάλλοντος διαβίωσης από ενεργειακές δραστηριότητες είναι αμελητέα. Το μαγείρεμα γίνεται κυρίως με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου και κατά συνέπεια η επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι ικανοποιητικά περιορισμένη. Όμως, σε παγκόσμιο επίπεδο, τα μισά σχεδόν νοικοκυριά βασίζονται στο ξύλο ή το κάρβουνο για να καλύψουν ανάγκες θέρμανσης ή προετοιμασίας του καθημερινού φαγητού. **Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ), δύο εκατομμύρια γυναικόπαιδα πεθαίνουν κάθε χρόνο λόγω της συνεχούς έκθεσής τους σε εκπομπές επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον καθημερινής διαβίωσής τους.** Είναι γνωστό ότι η καύση στερεών καυσίμων σε ανοιχτές εστίες ή απλές σόμπες, πέρα από την εξαιρετικά χαμηλή ενεργειακή απόδοση (5-18%), παράγει εξαιρετικά υψηλά επίπεδα επικίνδυνων για την υγεία.

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ 1kg ΕΥΛΟΥ/ΩΡΑ [mg/m <sup>3</sup> ]	ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ [mg/m <sup>3</sup> ]
Διοξείδιο του άνθρακα	150	10
Σωματίδια	3,3	0,1
Βενζένιο	0,8	0,002
1,3 - Βουταδιένιο	0,15	0,0003
Φορμαλδεϋδη	0,7	0,1

*Πίνακας 1.4* Ανώτατα όρια ρύπανσης. Πηγή: WAE, UNDP

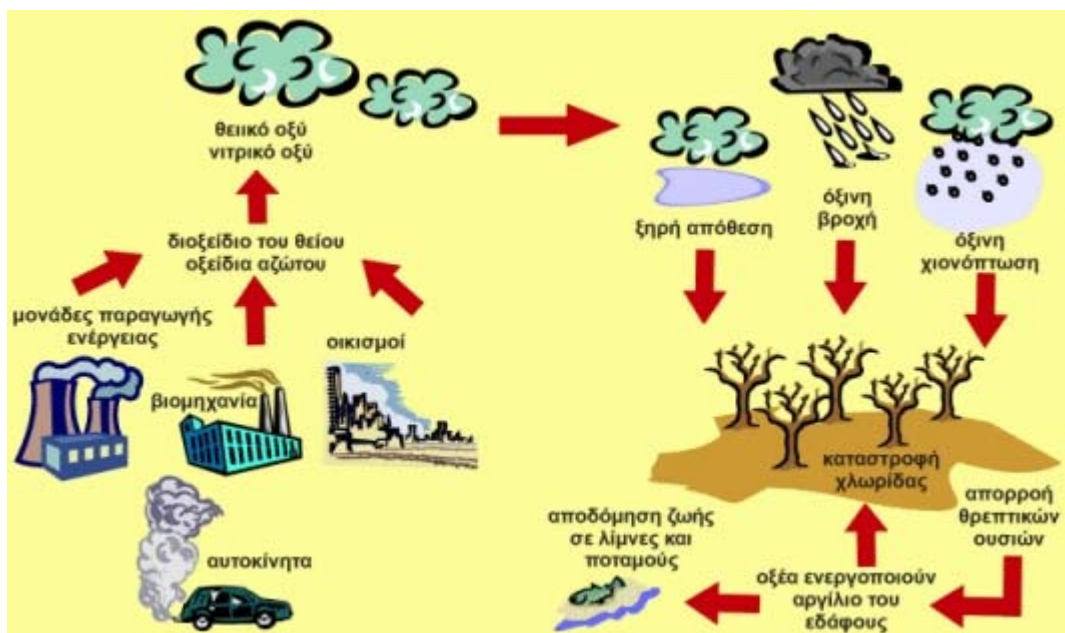
Παράλληλα με τις αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, η προμήθεια των στερεών καυσίμων στις περισσότερες χώρες του τρίτου κόσμου δεν είναι και η πλέον εύκολη υπόθεση. Για παράδειγμα, σε πολλές χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας οι γυναίκες και τα παιδιά ξοδεύουν περισσότερο από 2 ή 3 ώρες την ημέρα για τη συλλογή ξυλείας. Και εδώ κρύβεται αυτό που διεθνώς αποκαλείται «αναπτυξιακή παγίδα» (poverty trap). Σε πολλές χώρες του τρίτου κόσμου, οι άνθρωποι δαπανούν πολλές ώρες την ημέρα για την προμήθεια ενεργειακών πόρων ή πόσιμο νερό. Κατά συνέπεια, δεν τους μένει χρόνος ούτε για μόρφωση, ούτε για παραγωγή αγαθών που θα τους παρείχαν τη δυνατότητα αύξησης των εισοδημάτων τους. Ο αναπτυξιακός ρόλος της ενέργειας για τις χώρες αυτές είναι περισσότερο από προφανής.

## β) Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε **δημοτικό** επίπεδο

Οι περισσότεροι άνθρωποι είναι πλέον εξοικειωμένοι με την μόλυνση του περιβάλλοντος σε αστικές περιοχές. Ιδιαίτερα για τις μεγάλες πόλεις, για παράδειγμα στην Αθήνα, στο Πεκίνο ή στο Λος Άντζελες, το γνωστό σε όλους «νέφος» επιβαρύνει τη ζωή των κατοίκων σε καθημερινό επίπεδο. Το νέφος δεν είναι τίποτε άλλο από ένα μίγμα σωματιδίων και αερίων που προέρχονται από τους κινητήρες των αυτοκινήτων. Επιπλέον, ενώ το όζον αποτελεί φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας στα ανώτερα στρώματα, είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Το όζον σχηματίζεται κατά την αντίδραση οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) με άκαυστα καύσιμα των αυτοκινήτων. Το όζον έχει αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα στο αναπνευστικό, ενώ μακροχρόνια υπονομεύει ολόκληρο το ανοσοποιητικό σύστημα. Σε δημοτικό επίπεδο, σημαντική είναι επίσης η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις διαδικασίες παραγωγής των ενεργειακών πόρων. Σε κάποιες περιοχές λειτουργούν ορυχεία άνθρακα, σε άλλες γίνεται εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου, αλλού κατασκευάζονται υδροηλεκτρικά φράγματα. Η προμήθεια ενεργειακών πόρων είναι μια πολύ σκληρή και ταυτόχρονα επικίνδυνη εργασία. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμό Εργασίας, 10 εκατομμύρια εργάτες παγκοσμίως εργάζονται στον τομέα εξόρυξης άνθρακα. **Επιπλέον, σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (WEA-UNDP), η παραγωγή και διανομή ενέργειας, ευθύνεται για το θάνατο 70.000 ανθρώπων ετησίως.**

γ) Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε **περιφερειακό** επίπεδο

Σε περιφερειακό επίπεδο, το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που σχετίζεται με την παραγωγή ενέργειας αφορά στην όξινη βροχή. Η όξινη βροχή οφείλεται στις εκπομπές διοξειδίου του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και οξειδίων του αζώτου. Η όξινη βροχή επιδρά διαβρωτικά σε κάθε είδους κτιριακές εγκαταστάσεις καθώς επίσης και στα φυτά και δένδρα. Μακροπρόθεσμα, το συνολικό οικοσύστημα επηρεάζεται αρνητικά. Βεβαίως δεν έχουν μόνο τα ορυκτά καύσιμα αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, λόγω της κατασκευής μεγάλου υδροηλεκτρικού φράγματος στην Κίνα, δύο εκατομμύρια άνθρωποι πρέπει να μεταφερθούν σε άλλη περιοχή. **Η κάθε είδους ενεργειακή εκμετάλλευση φυσικών πόρων την τελευταία τριακονταετία, ήταν υπεύνη για την μετακίνηση 40 με 60 εκατομμυρίων ανθρώπων σε παγκόσμιο επίπεδο.**

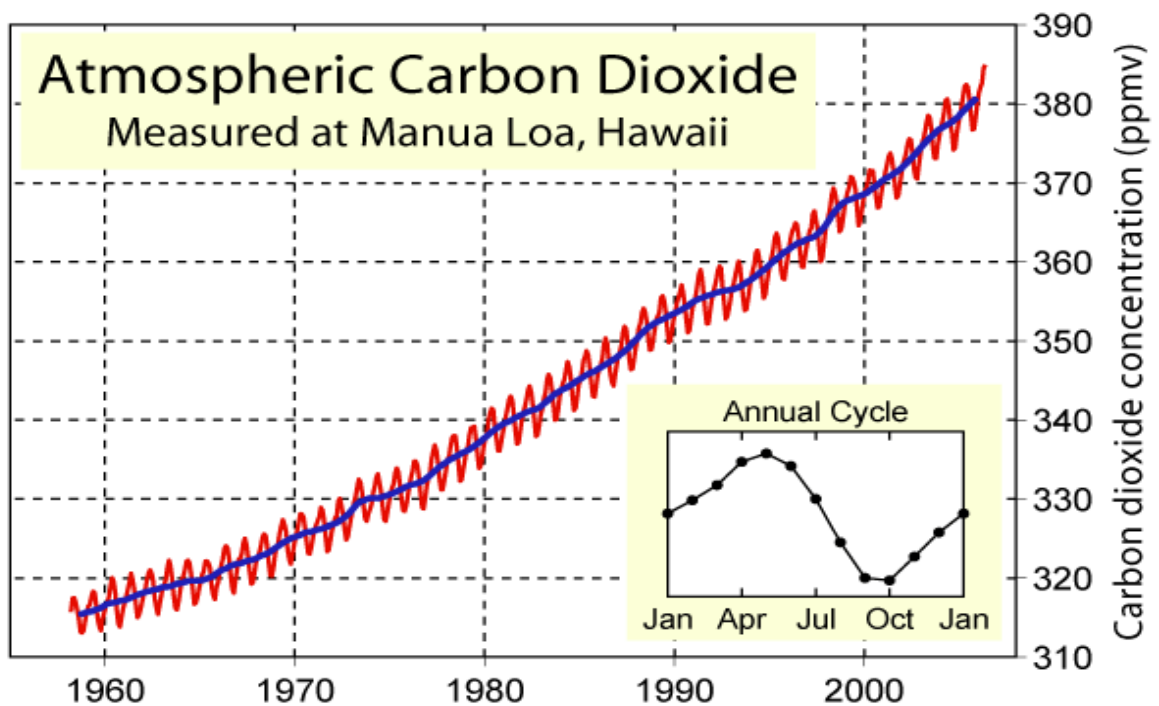


*Εικόνα 1.7* Διάγραμμα σχηματισμού όξινης βροχής

δ) Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε **παγκόσμιο** επίπεδο

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από την παραγωγή ενέργειας είναι άρρηκτα δεμένες με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι ακτίνες του ηλίου παγιδεύονται και αντανακλώνται στη Γη με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), όζον ( $\text{O}_3$ ), χλωροφθοράνθρακες (CFS), μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ). Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας περνά αναλλοίωτο στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται σαν μεγάλου μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει,

μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 «Φαινόμενο Θερμοκηπίου». Αποτελεί μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15°C. Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας «Φαινόμενο Θερμοκηπίου» δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.). Οι τελευταίες έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας («αέρια θερμοκηπίου») με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6°C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5°C.



**Σχήμα 1.3** Αύξηση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα τα τελευταία 40 χρόνια

Η ανθρωπογενής επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σχετικά πρόσφατη και οφείλεται στις αυξημένες καύσεις άνθρακα και υδρογονανθράκων της βιομηχανικής και μεταβιομηχανικής κοινωνίας. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια ανθρωπογενή διαταραχή, η οποία σύμφωνα με την κλασική λογική της αιτιοκρατίας θα επισύρει κάποιες αλλαγές στο κλίμα. Το σαφές αίτιο των αλλαγών αυτών, δηλαδή η ανθρωπογενής αύξηση των αερίων θερμοκηπίου, αποτελεί όμως ένα αδιευκρίνιστου ύψους ποσοστό των αιτίων που επηρεάζουν καθοριστικά τις όποιες κλιματικές αλλαγές. [1], [2]

## Πρωτόκολλο του Κιότο

Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο της σύμβασης πλαισίου του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος (CCNUCC), το οποίο εγκρίθηκε τον Δεκέμβριο του 1997 και εκφράζει τη νέα στάση της διεθνούς κοινότητας απέναντι στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Βάση του πρωτοκόλλου αυτού, πράγματι οι βιομηχανικές χώρες έχουν δεσμευθεί να μειώσουν, στη διάρκεια της περιόδου 2008-2012, τις εκπομπές έξι αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, μονοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, φθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) τουλάχιστον κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Στο πλαίσιο αυτό, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεσμεύθηκαν να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές κατά 8% τη συγκεκριμένη περίοδο.

Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει τρεις μηχανισμούς που στηρίζονται στην αγορά: την ανταλλαγή ποσοστώσεων εκπομπών αερίων μεταξύ των συμβαλλόμενων χωρών του πρωτοκόλλου, την από κοινού εφαρμογή μεταξύ των χωρών αυτών και το μηχανισμό για ίδια ανάπτυξη (με χώρες που δεν είναι συμβαλλόμενα μέρη του πρωτοκόλλου). Το 2003, οι συνολικές εκπομπές των έξι αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στις χώρες της Ένωσης υπερέβαιναν κατά 1,7% τα επίπεδα του 1990. Στις 31 Μαΐου 2002 η Ένωση και τα κράτη μέλη επικύρωσαν το πρωτόκολλο του Κιότο. Η επικύρωσή του και από τη Ρωσία το 2004 επέτρεψε να τεθεί σε ισχύ σε παγκόσμιο επίπεδο από τις 16 Φεβρουαρίου 2005 και να καταστεί δεσμευτικό για τα κράτη που το υπέγραψαν. Το πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Τον Νοέμβριο του 2005, μια διάσκεψη των μερών της CCNUCC και του πρωτοκόλλου του Κιότο παρέσχε τη δυνατότητα να δοθεί νέα ώθηση στο πρωτόκολλο και να τεθούν οι βάσεις των μελλοντικών συζητήσεων σχετικά με το διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών. [1], [2]

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# “ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ”

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένας όρος που έχει δυο περιεχόμενα αλληλοσυνδεόμενα μεταξύ τους, και εξετάζεται:

- α) Από ενεργειακή σκοπιά
- β) Από οικονομική σκοπιά

**Ο ενεργειακός ορισμός** περιλαμβάνει:

- 1) Μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας τελικής χρήσης, αλλά χωρίς αυτό να συνοδεύεται από στέρηση ενέργειας ούτε και από υποβάθμιση των παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών για τα οποία χρησιμοποιείται.
- 2) Βελτίωση του βαθμού απόδοσης στη χρήση της ενέργειας.
- 3) Υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας (κυρίως πετρελαίου) με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κυρίως αιολική και ηλιακή).
- 4) Δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας.

Από ενεργειακή σκοπιά εκείνο που ενδιαφέρει, είναι η ενέργεια που μπορεί να εξοικονομηθεί ανά μονάδα προϊόντος.

**Ο οικονομικός ορισμός** περιλαμβάνει:

- 1) Μείωση του κόστους της ενέργειας ανά μονάδα ενός προϊόντος ή μιας παραγωγικής διαδικασίας.
- 2) Υποκατάσταση της ενέργειας, ως συντελεστή της παραγωγής, από άλλους συντελεστές (εργασία, κεφάλαιο, έρευνα/τεχνολογία), ιδιαίτερα όταν το κόστος του πρώτου συντελεστή αυξάνεται γρηγορότερα από τους άλλους.

Από οικονομική σκοπιά εκείνο που ενδιαφέρει, είναι η συμμετοχή της ενέργειας στο συνολικό κόστος μιας παραγωγικής διαδικασίας.

Στη σημερινή πραγματικότητα, σε οποιαδήποτε επένδυση για εξοικονόμηση ενέργειας, λαμβάνονται υπόψη τόσο οι εξοικονομούμενες μονάδες ενέργειας, όσο και τα οικονομικά μεγέθη. Ακόμη, το συναλλαγματικό όφελος που επιφέρει στην εθνική οικονομία, η αξιοποίηση εγχώριων πηγών ενέργειας, η αύξηση απασχόλησης, η προώθηση καινοτομιών, σε συνεργασία με

τους παραπάνω, είναι κάποιιοι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν στην απόφαση αν είναι μια επέμβαση «συμφέρουσα».

### 2.1.1 Σχεδιασμός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας

Από την ανάλυση του ισοζυγίου ενέργειας (ηλεκτρικής / θερμικής) στο ενεργειακό σύστημα του κτιριακού συγκροτήματος και τον ενεργειακό επιμερισμό, ο επιθεωρητής καταλήγει στον υπολογισμό (εκτίμηση):

1. Της **Τελικής Ετήσιας Ειδικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας**, κατά ενεργειακή χρήση. Εκφράζεται σε kWh/m<sup>2</sup>. Μπορεί να ομαδοποιηθεί κατά χρήση, ως εξής:
  - Θέρμανση χώρων (με αντλίες θερμότητας ή ηλεκτρικές αντιστάσεις)
  - Ψύξη (με συμπίεση ψυκτικού μέσου)
  - Φωτισμός
  - Ζεστό νερό χρήσης (με ηλεκτρικές αντιστάσεις)
2. Της **Τελικής Ετήσιας Ειδικής Κατανάλωσης Θερμικής Ενέργειας**, κατά ενεργειακή χρήση. Εκφράζεται, τόσο σε kWh/m<sup>2</sup>, όσο και σε kgκαυσίμου/m<sup>2</sup>. Μπορεί να ομαδοποιηθεί ως εξής:
  - Θέρμανση χώρων (με κατανάλωση καυσίμου)
  - Ψύξη (με απορρόφηση)
  - Ζεστό νερό χρήσης (από κύκλωμα λέβητα)

Στη συνέχεια, εφόσον προβλέπεται στους όρους της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής καταστρώνει ένα πρόγραμμα δράσης για την έγκαιρη υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων με βάση τις αρχές του χρονικού προγραμματισμού.

Γενικά, τα προτεινόμενα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να ιεραρχούνται και να κατατάσσονται όπως παρακάτω:

- i. Μέτρα διαχειριστικού και οργανωτικού εκσυγχρονισμού.
- ii. Μέτρα για την βελτίωση των διαδικασιών λειτουργίας και συντήρησης.
- iii. Μέτρα βραχυπρόθεσμης απόδοσης.
- iv. Μέτρα μεσοπρόθεσμης απόδοσης.
- v. Μέτρα μακροπρόθεσμης απόδοσης.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των συστημάτων και των λειτουργιών του κτιρίου, ώστε να ληφθούν υπόψη οι τυχόν αλληλεξαρτήσεις και η δυναμική των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας.

Ο σχεδιασμός γίνεται κατά φάση υλοποίησης και περιλαμβάνει:

- Τους στόχους και τα μέτρα προς υλοποίηση κάθε φάσης.
- Το χρονοδιάγραμμα κάθε φάσης.
- Την απαιτούμενη οργάνωση και τον προϋπολογισμό των δαπανών υλοποίησης.
- Τον καθορισμό του τρόπου παρακολούθησης των εργασιών.
- Την οριοθέτηση της μεθοδολογίας μέτρησης ή αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της κάθε φάσης.



Για το σχεδιασμό του προγράμματος θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη:

- 1) Η ιεράρχηση των μέτρων.
- 2) Η συνεργία των μέτρων μεταξύ τους, καθώς και με άλλες επεμβάσεις ή στόχους.
- 3) Το επίπεδο οργάνωσης και οι τεχνικές δυνατότητες του φορέα να υλοποιήσει κάθε προτεινόμενο μέτρο.
- 4) Οι οικονομικές δυνατότητες του φορέα για την αυτοχρηματοδότηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας έναντι άλλων προτεραιοτήτων.

Σύνηθες κριτήριο οριοθέτησης των στόχων είναι το ότι η κάθε φάση πρέπει να διασφαλίζει σημαντικά οφέλη, όσο και την συνέχιση του προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας. [3], [4]

## **2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ**

### **2.2.1 Στοιχεία για την χρήση της ενέργειας στα κτίρια και τη βιομηχανία**

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για τον περιορισμό της εκροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία προς εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων και κύρια του πετρελαίου. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα ελληνικά κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 70%.

Επιπλέον, η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, ενός αερίου που ευθύνεται για τη δημιουργία του «φαινομένου του θερμοκηπίου» στον πλανήτη. Όσον αφορά το βιομηχανικό τομέα, αν και η συνολική κατανάλωση ενέργειας τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ελαφριά κάμψη (κυρίως λόγω της ύφεσης σε ενεργοβόρους βιομηχανικούς κλάδους), η συνεισφορά του στην κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική (~25%).

Η διαχρονική πορεία των ενεργειακών δεικτών είναι το αποτέλεσμα της γοργής βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου στη χώρα μας σε συνδυασμό με τις, μέτριας συχνά ποιότητας, κατασκευαστικές πρακτικές στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων. Οι δυο αυτές παράμετροι συναρτώνται με την έλλειψη, μέχρι σήμερα, ενός ολοκληρωμένου θεσμικού πλαισίου κινήτρων και κανονισμών ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων, όπως και ενός ρεαλιστικού εθνικού προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας, που θα αποσκοπούσαν στη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής των κτιρίων και την ευαισθητοποίηση του χρήστη σε ενεργειακά θέματα.

Η Ελλάδα, παρ' όλα αυτά, έχει ήδη δεσμευθεί, από τις αρχές της δεκαετίας του '90, για την προώθηση σχετικών θεσμικών, διοικητικών και οργανωτικών

μέτρων, καθώς και των ενεργειακά αποδοτικών και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών, μέσω της συμμετοχής της στις συμφωνίες, τις διακηρύξεις και τα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Παγκόσμια Διάσκεψη Ρίο, Ευρωπαϊκά Προγράμματα SAVE, THERMIE, ALTENER, Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «ΕΝΕΡΓΕΙΑ» του Υπουργείου Ανάπτυξης, στα πλαίσια του Β' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, Σχέδιο Δράσης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. «ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001» κ.α.). Η εφαρμογή των παραπάνω συμφωνιών και προγραμμάτων αναμένεται να αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και τα οφέλη που αυτή συνεπάγεται.

### 2.2.2 Οφέλη από την βελτίωση της Ε.Α. στις βιομηχανίες και τα κτίρια

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας (Ε.Α.), σε κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μπορεί να αποδώσει οφέλη στα τρία παρακάτω διακριτά επίπεδα:

- **Οικονομικά οφέλη**, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων ή στην αύξηση των κερδών της επιχείρησης. Αυτά πρέπει να αξιολογηθούν με βάση το κόστος της εφαρμογής των μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας.
- **Λειτουργικά οφέλη**, τα οποία βοηθούν τη διαχείριση μιας βιομηχανικής μονάδας ή ενός κτιρίου να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων της ή διαφορετικά να βελτιώσει τη γενικότερη λειτουργία της.
- **Περιβαλλοντικά οφέλη**, τα οποία αφορούν κυρίως τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> ή/και άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), τη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και τη διατήρηση των φυσικών πόρων.

Το καθένα από τα παραπάνω οφέλη αναμένεται να εκπληρωθεί σταδιακά και να έχει αθροιστική επίπτωση. Τα κύρια οφέλη μπορεί να γίνουν άμεσα αισθητά, προερχόμενα από μέτρα μηδενικού κόστους ή μετά από μια εύλογη περίοδο, απαιτούμενη για την αποπληρωμή των όποιων επενδύσεων. Κάποια άλλα οφέλη μπορεί να γίνουν αισθητά αρκετά αργότερα, μετά από την υλοποίηση κάποιων μακροπρόθεσμων μέτρων Ε.Α.. [5], [6]

## 2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

### 2.3.1 Ενεργειακή διαχείριση ως παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας

Η Εξοικονόμηση Ενέργειας (Ε.Ε.) εξασφαλίζεται αρχικά μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκαταστημένων ενεργειακών συστημάτων, η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του, καθώς και των τεχνικών μελετών που το προδιαγράφουν. Ο άλλος καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η **Ενεργειακή Διαχείριση** του κτιρίου, μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι δράσεις αυτές αποσκοπούν:

- ❖ Στην οικονομική αποδοτικότητα και αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων από την εφαρμογή μέτρων Ε.Ε..
- ❖ Στη διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών.
- ❖ Στη διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) περιλαμβάνει:

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στην καταγραφή του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Μελέτες τεχνικοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων Ε.Ε., κατά τις οποίες διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και διαχείριση ενέργειας, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ.
- Δημιουργία ενεργειακών εκθέσεων - αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τη διοίκηση της επιχείρησης.
- Έλεγχος της εφαρμογής προγραμμάτων συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των χρηστών του κτιρίου σχετικά με τους στόχους ενός προγράμματος Ε.Ε..
- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού που εμπλέκονται στη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου.
- Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσης τους μετά την κατασκευή.

Είναι προφανές ότι σε επεμβάσεις αντικατάστασης εξοπλισμού ή εισαγωγής νέων και περιβαλλοντικά φιλικών ενεργειακών τεχνολογιών σε ένα ενεργειακό σύστημα, θα πρέπει να εξαντλούνται πρώτα τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της εφαρμογής των μέτρων νοικοκυρέματος

(βελτιστοποίηση λειτουργίας και ορθή τακτική συντήρηση εγκαταστάσεων, συμπεριφορά χρήστη). Το παραπάνω αποτελεί και την βασική αρχή της τεχνικοοικονομικής ιεράρχησης των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης πρότασης προς τον φορέα διαχείρισης, για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας περιλαμβάνει:

- Συνοπτική ανάλυση της υφιστάμενης συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Καταγραφή των τυχόν μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Σύγκριση των ενεργειακών δεικτών του κτιρίου με τους δείκτες άλλων ομοειδούς κατασκευής και χρήσης.
- Παραδειγματική περιγραφή των επιτευγμάτων από την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Προμελέτη σκοπιμότητας για την συσχέτιση των στοιχείων αρχικού και λειτουργικού κόστους και οφέλους των σχετικών επενδύσεων.
- Προκαταρκτική έρευνα αγοράς για τους πιθανούς προμηθευτές του σχετικού εξοπλισμού.

Η δομή της πρότασης για το έργο εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να διευκρινίζει:

- ✓ Γιατί προτείνεται το έργο
- ✓ Τι επιδιώκει το έργο
- ✓ Ποια θα είναι τα τεchnοοικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη από το έργο

### 2.3.2 Ενεργειακός έλεγχος

Ο Ενεργειακός έλεγχος (Energy Audit) είναι μια διαδικασία που αποσκοπεί:

- Στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο.
- Στην ιεράρχηση, αξιολόγηση και πρόταση προς κάποιο φορέα διαχείρισης, κατάλληλων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Το εύρος του ενεργειακού ελέγχου επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Τους διαθέσιμους οικονομικούς πόρους από τη διοίκηση.
- Το διαθέσιμο χρόνο για ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κτίριο και τις ηλεκτρολογικές & μηχανολογικές εγκαταστάσεις του.
- Τους απώτερους στόχους της διοίκησης της επιχείρησης.

Ο ενεργειακός έλεγχος περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία στάδια:

### 1. Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου

Στο στάδιο αυτό θα πρέπει να συλλεχθούν πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και την χρήση του κτιρίου.

### 2. Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος

Το στάδιο αυτό συνίσταται στον επί τόπου κυρίως έλεγχο, από τον υπεύθυνο του Ενεργειακού Ελέγχου, του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου και την καταγραφή κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων σε ειδικό έντυπο.

### 3. Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος

Συνιστάται στην λεπτομερή συλλογή και ανάλυση δεδομένων επί τόπου αναλυτικών μετρήσεων και στην πλήρη εξέταση τμημάτων των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου, που θα επιτρέψουν την σύνταξη του τελικού ενεργειακού ισοζυγίου ενός συστήματος και την ορθή τεχνικοοικονομική αξιολόγηση μιας δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας.

#### 2.3.3 Ενεργειακή παρακολούθηση και Θέσπιση ενεργειακών στόχων

Η Ενεργειακή Παρακολούθηση (**Monitoring**) είναι η διαδικασία της συνεχούς ή τακτικής, χρονικά δομημένης καταμέτρησης της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πριν και κυρίως μετά την εφαρμογή μίας ή περισσότερων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας. Συνεπώς, αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας επεμβάσεων Ε.Ε., συγκρίνοντας την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου μετά την εφαρμογή τους, με εκείνη που είχε αυτό πριν από την εφαρμογή τους.

Η θέσπιση ενεργειακών στόχων (**Targeting**) αποτελεί επέκταση του Monitoring. Είναι η διαδικασία που αφορά στην επισταμένη εξέταση της παρακολουθούμενης χρήσης ενέργειας ανά περίοδο και στη βελτιστοποίηση αυτής της χρήσης με συγκεκριμένους ενεργειακούς στόχους.

Στοιχεία ενός συστήματος M & T σε ένα κτίριο είναι:

- Η διαρκής μέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Η διαρκής μέτρηση - καταγραφή των παραμέτρων που την επηρεάζουν (κλίμα, κατασκευή, προϊόντων υπηρεσιών και εμπορίου, εξοπλισμού υποστήριξης, ατόμων κλπ.).
- Η συσχέτιση της ενεργειακής κατανάλωσης με τις παραμέτρους που την επηρεάζουν (π.χ. βαθμοημέρες θέρμανσης).
- Η κατάλληλη αναφορά της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθημένων συστημάτων σε συνάρτηση και με τους ενεργειακούς στόχους που τίθενται.
- Η ανάληψη διορθωτικών ενεργειών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθημένων συστημάτων για την προσέγγιση των ενεργειακών στόχων.

### 2.3.4 Ευαισθητοποίηση χρήστη

Η συμπεριφορά του χρήστη, κατοίκου ή εργαζομένου, ενός κτιρίου είναι ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας οποιουδήποτε προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης. Ο χρήστης συχνά καθορίζει το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης και είναι εκείνος που τελικά θα επιβεβαιώσει με τον καθημερινό τρόπο ζωής και δράσης του τις προβλέψεις των όποιων μελετών για εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο απλός χρήστης αντιλαμβάνεται τα προβλήματα που συσχετίζονται με τη χρήση της ενέργειας μόνο μετά την εμφάνιση δυσλειτουργιών των εγκαταστάσεων και βλαβών τοπικού εξοπλισμού, την αίσθηση αδικαιολόγητου ψύχους, ζέστης και κακού φωτισμού και τη μη λειτουργία συσκευών. Μερικές φορές οι διορθωτικές ενέργειες στις οποίες προβαίνουν οι εργαζόμενοι και κάτοικοι ενός κτιρίου για την βελτίωση της θερμικής και οπτικής τους άνεση, έχουν ενεργειακά αρνητικότερο αποτέλεσμα από πριν. Για παράδειγμα, συχνά σε περιπτώσεις χειμερινής ή θερινής υπερθέρμανσης, ανοίγονται τα παράθυρα παράλληλα με την λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης ή κάποιας κλιματιστικής μονάδας. Επίσης δεν ανοίγονται υπάρχουσες διατάξεις σκίασης (κουρτίνες, στόρια) ώστε να διευκολύνεται η είσοδος φυσικού φωτός σε ηλιόλουστες χειμερινές ημέρες, με αποτέλεσμα την υπερβολική και άσκοπη χρήση του φωτισμού.

Είναι επομένως προφανές ότι η προσπάθεια ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του τελικού χρήστη σε ενεργειακά θέματα θα πρέπει να είναι συνεχής και πολύπλευρη. Πέρα από τις εθνικές συντονισμένες καμπάνιες ενημέρωσης του κοινού, οι τοπικές δραστηριότητες ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο είναι αναγκαίες για την ενημέρωση των ορθολογικών τρόπων χρήσης των εγκαταστημένων συστημάτων και συσκευών.

### 2.3.5 Τα πρόσωπα που εμπλέκονται στη διαδικασία ενός ενεργειακού ελέγχου

Πολλοί άνθρωποι εμπλέκονται στη χρήση και στην εξοικονόμηση της ενέργειας σε ένα κτίριο, και ένα πρόγραμμα ενεργειακού ελέγχου που φιλοδοξεί να στεφθεί από επιτυχία πρέπει να εξασφαλίσει την βοήθεια και την υποστήριξη όλων αυτών των ατόμων. Ο ρόλος καθενός είναι ξεκάθαρος, όμως σε κάποιες φάσεις της διαδικασίας του ενεργειακού ελέγχου, οι δραστηριότητες ορισμένων προσώπων συμβαίνει να συμπίπτουν. Ανάλογα με την ιδιότητα τους και το ρόλο τους, τα πρόσωπα που εμπλέκονται στη διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

#### i. Ιδιοκτήτες

Οι ιδιοκτήτες επιλέγουν το αντικείμενο και ξεκινούν τη διεξαγωγή της διαδικασίας του ενεργειακού ελέγχου. Προσλαμβάνουν και μισθώνουν το προσωπικό και τους μηχανικούς που θα διεξάγουν τον ενεργειακό έλεγχο. Συλλέγουν και ταξινομούν στοιχεία σχετικά με τις λειτουργικές δαπάνες του κτιρίου, τη χρήση της ενέργειας και άλλα συναφή θέματα τα οποία είναι απαραίτητα κατά την διεξαγωγή του ενεργειακού ελέγχου. Εξασφαλίζουν και ρυθμίζουν την άνετη προσέγγιση του κτιρίου στους μηχανικούς ώστε οι

τελευταίοι εύκολα να κάνουν τις απαραίτητες επιθεωρήσεις, ελέγχους, ρυθμίσεις κ.λ.π. Τέλος, όποτε χρειαστεί είναι έτοιμοι να διευκολύνουν το έργο αυτών που διεξάγουν τον ενεργειακό έλεγχο.

## ii. Ο ενεργειακός διαχειριστής

Βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό, την διεξαγωγή και την επιτυχία ενός ενεργειακού ελέγχου σε ένα κτίριο είναι η ύπαρξη ενός εξειδικευμένου στελέχους, δηλαδή ο ενεργειακός διαχειριστής. Ο άνθρωπος αυτός σε συνεργασία με τα θεσμοθετημένα ελεγκτικά όργανα της πολιτείας και ειδικούς εξωτερικούς τεχνικοοικονομικούς συμβούλους, συντονίζει το σύνολο των δράσεων του προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης και εισηγείται στον ιδιοκτήτη του κτιρίου μέτρα εφαρμογής για την διασφάλιση της ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε μόνιμη βάση.

Τα βασικά προσόντα του ενεργειακού διαχειριστή πρέπει να είναι:

- Εξοικείωση με το κτίριο και τα ενεργειακά του συστήματα.
- Ικανότητα συλλογής, ανάλυσης και αξιολόγησης στοιχείων.
- Γνώση του ενεργοβόρου εξοπλισμού.
- Τεχνικές γνώσεις.
- Ικανότητα επικοινωνίας και συνεννόησης με όλα τα επίπεδα της ιεραρχίας ενός φορέα διοίκησης.
- Ικανότητα επιλογής εξωτερικών συνεργατών.
- Συνειδητοποίηση του ρόλου της ενέργειας στο κτίριο.
- Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων ή αναζήτησης απαντήσεων από διαφορετικές πηγές.

Ένας εξειδικευμένος Μηχανικός είναι κατ' αρχήν ικανός να ασκήσει την σύνθετη δραστηριότητα του ενεργειακού ελέγχου, αφού είναι γνώστης της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας, των θερμικών και ηλεκτρικών κτιριακών εγκαταστάσεων, καθώς και της ενεργειακής συμπεριφοράς του κελύφους του κτιρίου.

Οι αρμοδιότητες ενός ενεργειακού διαχειριστή συνοψίζονται στις παρακάτω ενέργειες:

- Διαρκής συλλογή στοιχείων και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο.
- Θέσπιση ενεργειακών στόχων και υπολογισμός ενεργειακών δεικτών για τον τύπο του κάθε εξεταζόμενου κτιρίου.
- Καταγραφή χαρακτηριστικών και προσδιορισμός σφαλμάτων στη λειτουργία του κελύφους και των ενεργειακών συστημάτων ενός κτιρίου τα οποία επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά.
- Επίβλεψη προγραμμάτων συντήρησης ενεργειακών συστημάτων.
- Παρότρυνση των χρηστών των κτιρίων για εξοικονόμηση ενέργειας.
- Προσδιορισμός, αξιολόγηση και επίβλεψη εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια.
- Προετοιμασία αναφορών προς την διοίκηση και δημοσίευση των εκάστοτε δεσμεύσεών της για την εξοικονόμηση ενέργειας.

- Επικοινωνία με άλλα άτομα, μέσα στα κτίρια, τα οποία είναι αρμόδια για την λειτουργία διαφόρων τμημάτων των κτιρίων και την διεκπεραίωση των διαφόρων υπηρεσιών που παράγονται μέσα σε αυτά.

### iii. Προσωπικό λειτουργίας - Εταιρείες συντήρησης μηχανικών συστημάτων

Προσλαμβάνονται από τους ιδιοκτήτες για να κάνουν τις απαραίτητες μετρήσεις. Επίσης αναλαμβάνουν τη συντήρηση του εξοπλισμού του κτιρίου. Εκτελούν διαφόρους ελέγχους αποδοτικότητας των συστημάτων, την οποία (αποτελεσματικότητα) προσπαθούν να αυξήσουν όσο γίνεται περισσότερο.

## 2.3.6 Πρόγραμμα αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου καταγραφής

Το πρόγραμμα αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου πρέπει να περιλαμβάνει:

- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του συνοπτικού ενεργειακού ελέγχου με σκοπό την ενημέρωση του φορέα διαχείρισης του εξεταζόμενου κτιρίου, τον εντοπισμό των σημείων που παρουσιάζουν ελλείψεις από πλευράς στοιχείων και τη συζήτηση και διευκρίνιση του τρόπου και του σκοπού συμπλήρωσης των στοιχείων που λείπουν.
- Παρουσίαση των δυνατοτήτων του μετρητικού εξοπλισμού υποστήριξης του ενεργειακού ελέγχου σε κάθε ενεργειακό υποσύστημα του κτιρίου (κέλυφος, εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού και ηλεκτρικής κίνησης). Ένας τέτοιος εξοπλισμός πρέπει να περιλαμβάνει θερμομέτρο, υγρασιόμετρο, ροόμετρο, μετρητή διαφορικής πίεσης, ανεμόμετρο, λουξόμετρο, αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας, αναλυτή καυσαερίων και πιθανά θερμογραφική κάμερα και μετρητές ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα συστήματα και τα σημεία στα οποία εφαρμόζεται ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος:

### ➤ Κτιριακό κέλυφος

- Σχήμα και προσανατολισμός κτιρίου (αποτύπωση οικοπέδου, συλλογή φωτογραφιών κτιρίου, σκαριφήματα).
- Χαρακτηριστικά γειτονικής δόμησης (πλήθος κτιρίων, διάταξη δρόμων, επαφής κτιρίου με γειτονικά κτίσματα, εμπόδια φυσικού αερισμού και φωτισμού, φυσικό περιβάλλον).
- Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων, οροφής, δωματίων δαπέδων, εξωτερικής τοιχοποιίας, ανοιγμάτων (τύπος, επιφάνεια, στρωμάτωση δομικών υλικών, συντελεστής θερμοπερατότητας, ποιότητα, κατάσταση, χρήση ανοιγμάτων, ποιότητα και χρήση διατάξεων σκίασης).
- Χαρακτηριστικά τυχόν ενσωματωμένων στοιχείων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς και διατάξεων ηλιοπροστασίας.



### ➤ **Εγκαταστάσεις θέρμανσης - κλιματισμού - αερισμού χώρων**

- Πλήθος, ισχύς, καύσιμο τροφοδοσίας, σύστημα διανομής και χρήση υπαρχόντων συστημάτων κάλυψης θερμικών / ψυκτικών αναγκών (λέβητες - καυστήρες, ψύκτες - αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες θέρμανσης - ψύξης - αερισμού).
- Στοιχεία κεντρικών συγκροτημάτων λεβήτων - καυστήρων (τύπος, έτος εγκατάστασης, ονομαστική ισχύς μονάδας, παροχή καυσίμου, ρύθμιση θερμοστατών, θερμοκρασίες νερού, καθεστώς λειτουργίας, μετρήσεις παραμέτρων καύσεως, καθεστώς συντήρησης, ποιότητα και κατάσταση επιφανειών λέβητα και μονώσεων, κατάσταση και χρώμα φλόγας καύσης).
- Στοιχεία κεντρικών συγκροτημάτων ψυκτών - αντλιών θερμότητας (τύπος, έτος εγκατάστασης, ονομαστική ισχύς μονάδας, συντελεστής συμπεριφοράς, τρόπος κλιματισμού, παροχή και θερμοκρασίες μέσου, καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης, ποιότητα και κατάσταση συγκροτημάτων).
- Ποιότητα, κατάσταση και θερμομόνωση συστήματος διανομής (δίκτυα σωληνώσεων νερού, καυσίμου και αεραγωγών, θερμαντικά σώματα, fan - coils, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, διαφράγματα, βαλβίδες, αντλίες κλπ.).
- Χρήση αυτοματισμών ελέγχου (χρονοδιακόπτες, θερμοστάτες, πλήρης αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας, κεντρικό σύστημα ενεργειακής διαχείρισης).
- Ύπαρξη κεντρικού εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας (εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας, παγολεκάνες ψύξης κλπ.).
- Στοιχεία τοπικών αυτόνομων μονάδων θέρμανσης - κλιματισμού - αερισμού (τύπος, καύσιμο, ισχύς μονάδας, καθεστώς λειτουργίας και ελέγχου).

### ➤ **Εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης**

- Πλήθος, συνολική ισχύς, συνολική χωρητικότητα νερού, θερμοκρασίες νερού δικτύου, αποθήκευσης και τελικής χρήσης (κεντρικοί θερμαντήρες - θερμική εναλλαγή με κύκλωμα λέβητα, ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, ταχυθερμαντήρες, θερμοσίφωνες φωταερίου).
- Χρήσεις και καθεστώς λειτουργίας συγκροτημάτων.
- Ποιότητα, κατάσταση και θερμομόνωση μονάδων αποθήκευσης και συστήματος διανομής (θερμαντήρες, κυκλοφορητές, σωληνώσεις και βαλβίδες).

### ➤ **Εγκατάσταση φωτισμού**

- Είδος και επιφάνεια φωτιζόμενου χώρου.
- Στοιχεία εγκαταστημένων λαμπτήρων ανά χώρο (τύπος, πλήθος, ισχύς).
- Στοιχεία καλύματος εγκατεστημένων φωτιστικών σωμάτων ανά χώρο (οπαλίνης, πρισματικό, ανακλαστήρες, κλπ.).

- Χαρακτηρίστηκα συστήματος ελέγχου (διακόπτες, χρονοδιακόπτες, αισθητήρια φωτός).
- Ποιότητα και κατάσταση εγκατάστασης.
- Καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης, ανά χώρο.

➤ **Εξοπλισμός υπηρεσιών και οικιακές συσκευές**

- Είδος, πλήθος, συνολική εγκατεστημένη ισχύς.
- Ωράριο λειτουργίας.
- Συντήρηση.

### **2.3.7 Μετρήσεις με τη βοήθεια οργάνων στα πλαίσια ενός ενεργειακού αναλυτικού ελέγχου**

Για την υποστήριξη του αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου συνήθως απαιτείται η καταγραφή κάποιων κρίσιμων μεγεθών και παραμέτρων συναρτήσει του χρόνου και για μεγάλες περιόδους, ώστε να είναι δυνατό να διακριθεί η περιοδικότητα και η επίδραση ορισμένων παραγόντων στις χρονοσειρές. Η διενέργεια μακροχρόνιων καταγραφών, τόσο για κάθε ενεργειακό υποσύστημα όσο και συγκεντρωτικά για όλο το κτίριο, αν και γενικώς συνίσταται, δεν είναι πάντα ενδεδειγμένη (καθώς απαιτεί ακριβό εξοπλισμό) παρά μόνο εφόσον η βαρύτητα των στόχων του ενεργειακού ελέγχου το επιβάλλει. Στα παραπάνω πλαίσια εντάσσονται όλες οι μετρήσεις που σχετίζονται με την ποιότητα της θερμικής και οπτικής άνεσης στους χώρους του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα αέρα, φωτεινότητα) καθώς και ηλεκτρικές μετρήσεις για τον προσδιορισμό του ημερησίου προφίλ της ζήτησης ισχύος, καθώς και σύνθετες μετρήσεις για τη λειτουργία του συστήματος κλιματισμού (ψύξη / θέρμανση / αερισμός). Το πλήθος, η διάρκεια και η ακρίβεια των σχετικών μετρήσεων εξαρτώνται άμεσα από το εύρος και το βάθος των ενεργειών του αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου.

### **2.3.8 Ανάλυση αποτελεσμάτων αναλυτικού ελέγχου και καταγραφής**

Τα αποτελέσματα που θα έχουν προκύψει από τις παραπάνω ενέργειες πρέπει να αναλυθούν μέσω της επεξεργασίας των μετρήσεων και μέσω υπολογισμών που βασίζονται στα επιτόπια εποπτικά δεδομένα και σε θεωρητικές εκτιμήσεις, ώστε:

- Να προσδιορισθούν ποσοτικά οι χρήσεις της ενέργειας που υπολείπονται, για την τελική έκφραση της κατανομής της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης ανά χρήση.
- Να προσδιορισθούν οι αιτίες που δημιουργούν την σημερινή εικόνα της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου και οι δυνατότητες που συνεπάγονται για εξοικονόμηση ενέργειας σε κάθε εξεταζόμενο σύστημα.

- Να υπολογιστούν οι ενεργειακές απώλειες από τις χρήσεις στο κτίριο ώστε να εκφραστούν τα τελικά ενεργειακά ισοζύγια ανά σύστημα, μέσω των διαγραμμάτων Sankey ενεργειακών ροών. Ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος καταλήγει σε μια αναφορά όπου συμπεριλαμβάνονται τα αποτελέσματα της καταγραφής και των μετρήσεων και η οποία καταλήγει σε μια σειρά από προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης της επιχείρησης.

Οι παραπάνω προτάσεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Δραστηριότητες νοικοκυρέματος.
- Δραστηριότητες χαμηλού κόστους.
- Δραστηριότητες ανακατασκευής. [5], [6]

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ & ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ”

Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας δεν αφορά μόνο τις κατοικίες. Μπορεί οι χώροι κατοικίας να είναι εκείνοι στις οποίες μπορεί ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού να κάνει επεμβάσεις, αλλά και οι επαγγελματικοί χώροι μπορούν να αποτελέσουν πεδίο εξοικονόμησης ενέργειας. Δεδομένου μάλιστα ότι οι βιομηχανίες ευθύνονται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό για τη μόλυνση και την ενεργειακή κατανάλωση, γίνεται κατανοητή η σημασία της ενεργειακής εξοικονόμησης στους επαγγελματικούς, και ιδιαίτερος στους βιομηχανικούς χώρους.

### 3.1 Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Σύμφωνα με το ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο, η συμμετοχή της βιομηχανίας στην συνολική κατανάλωση του τελικού ποσού ενέργειας ανέρχεται περίπου στο 23% σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης για το έτος 2002. Από το συνολικό ποσό ενέργειας το οποίο καταναλώνεται στη βιομηχανία, οι επί μέρους ποσοστώσεις καταγράφονται στον ακόλουθο πίνακα:

Ηλεκτρισμός	26,80%
Συμβατικά καύσιμα	67,80%
ΑΠΕ	5,40%
<b>Συνολικό ποσό ενέργειας</b>	<b>100%</b>

*Πίνακας 3.1 Κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία*

Ένας χρήσιμος ορισμός για την κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία είναι η Ενεργειακή Ένταση. Επίσης παρατίθεται ο ορισμός της Ενεργειακής Επιθεώρησης.

#### **1. Ενεργειακή Ένταση**

Πρόκειται για την κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος.

## **2. Ενεργειακή Επιθεώρηση**

Ονομάζεται η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα, των παραγόντων οι οποίοι τις επηρεάζουν και των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Περιλαμβάνει:

- ❖ Την καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων και των χαρακτηριστικών τους.
- ❖ Την εκτέλεση κατάλληλου προγράμματος μετρήσεων σημαντικών ενεργειακών, καθώς και άλλων, μεγεθών.
- ❖ Την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων.
- ❖ Τον προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, βάση της ανωτέρω ενεργειακής ανάλυσης.

Η ενεργειακή ένταση, την οποία παρουσιάζει η ελληνική βιομηχανία, είναι υψηλή σε σχέση με την αντίστοιχη των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες χαρακτηρίζονται από παρεμφερή βιομηχανική δομή και ανάπτυξη. Η πρακτική σημασία αυτού του γεγονότος είναι, ουσιαστικώς, η κατανάλωση ενέργειας με χαμηλό βαθμό απόδοσης.

Κύριες αιτίες του χαμηλού βαθμού ενεργειακής απόδοσης ο οποίος χαρακτηρίζει την ελληνική βιομηχανία, αποτελούν η έλλειψη επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και η έλλειψη επεμβάσεων εκσυγχρονισμού του βιομηχανικού εξοπλισμού.

Στις περισσότερες ελληνικές βιομηχανίες ωστόσο, δεν αποτελεί προτεραιότητα η υλοποίηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, εξ' αιτίας της σχετικά μικρής συμμετοχής του ενεργειακού κόστους στο τελικό κόστος του προϊόντος και των γενικότερων οικονομικών προβλημάτων τα οποία αντιμετωπίζει ο κλάδος.

Συγχρόνως όμως, επικρατεί άγνοια όσον αφορά στις δυνατότητες σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες υπάρχουν στην ελληνική βιομηχανία, καθώς και τα οφέλη τα οποία μπορούν να προκύψουν από μια τέτοια εξοικονόμηση.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες μπορούν να εφαρμοσθούν σε μία ελληνική βιομηχανία ποικίλουν. Κυμαίνονται από μια απλή ενεργειακή οργάνωση χαμηλού κόστους και φθάνουν έως τις επεμβάσεις υψηλότερου κόστους με μεσοπρόθεσμη και βραχυπρόθεσμη απόσβεση.

Είναι προφανές πως, σε μία βιομηχανία, τα κριτήρια βάση των οποίων θα υλοποιηθεί ένα πρόγραμμα επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας είναι τεχνικοοικονομικά κριτήρια, ώστε το αποτέλεσμα:

- Να ανταποκριθεί στις ανάγκες και τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης βιομηχανίας.
- Να εφαρμοσθεί, αν είναι δυνατόν, σε τομείς όπου υπάρχει σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Επιτυγχάνεται έτσι, μεγιστοποίηση του οικονομικού οφέλους, το οποίο θα προκύψει από τις επεμβάσεις.
- Να είναι ελκυστικός για την επιχείρηση ο χρόνος απόσβεσης του επενδύμενου κεφαλαίου.

Είναι επομένως απαραίτητη, πριν από την υλοποίηση τυχόν επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε μια βιομηχανία, η διενέργεια μιας Ενεργειακής Επιθεώρησης ώστε να γίνει η εκτίμηση των τεχνικοοικονομικών κριτηρίων και των ενδεχόμενων αποτελεσμάτων και να προκύψει έτσι η σκοπιμότητα ή όχι πραγματοποίησης μιας τέτοιας επένδυσης. Η διενέργεια μιας Ενεργειακής Επιθεώρησης οδηγεί στον σχηματισμό μιας σαφούς εικόνας για την - από ενεργειακής άποψης - κατάσταση στην οποία βρίσκεται η βιομηχανία και στην πρόταση συγκεκριμένων μέτρων. Από την υλοποίηση αυτών των μέτρων θα προκύψει τόσο σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση όσο και αντίστοιχα οικονομικά οφέλη.

Οι κυριότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν σε μία βιομηχανία είναι:

1. Η αντικατάσταση των ηλεκτροκινητήρων με αντίστοιχους σύγχρονους υψηλού βαθμού απόδοσης.
2. Ο εκσυγχρονισμός των συστημάτων πεπιεσμένου αέρα.
3. Η ρύθμιση, συντήρηση και αντικατάσταση λεβήτων, φούρνων και κλιβάνων.
4. Η θερμομόνωση αγωγών, δεξαμενών και άλλου εξοπλισμού.
5. Η ανάκτηση θερμότητας.
6. Η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.
7. Η υποκατάσταση υγρών καυσίμων από φυσικό αέριο.
8. Η εγκατάσταση ενός συστήματος συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.
9. Άλλες τυχόν επεμβάσεις.

Κατ' αντιστοιχία, τα κυριότερα οφέλη που προκύπτουν από την εξοικονόμηση ενέργειας στη βιομηχανία είναι:

1. Μείωση του κόστους παραγωγής του τελικού προϊόντος και, κατά συνέπεια, αύξηση της ανταγωνιστικότητας της βιομηχανίας.
2. Μείωση των εκπομπών των αέριων ρύπων και προσαρμογή των βιομηχανιών στις σχετικές Κοινοτικές Οδηγίες οι οποίες βρίσκονται σε ισχύ.
3. Θετική συμβολή στο ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο, εξ' αιτίας της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.
4. Συμβολή στη μείωση της εξάρτησης από την εισαγωγή καυσίμων και, κατά συνέπεια, αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
5. Συμβολή στην επίτευξη των θεσμοθετημένων στόχων και δεσμεύσεων της χώρας όσον αφορά στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε διεθνές επίπεδο. [7], [23], [29]

### 3.1.1 Παραγωγική διαδικασία

Η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει όλες τις διεργασίες οι οποίες πραγματοποιούνται σε μία βιομηχανία για την παραγωγή των προϊόντων. Κατά την παραγωγική διαδικασία καταναλώνεται ενέργεια είτε με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε με την καύση συμβατικών καυσίμων.

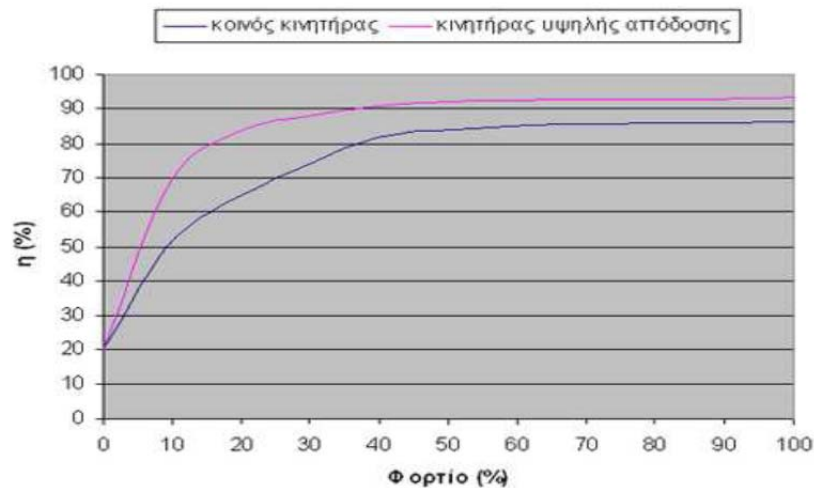
Η εκτέλεση της παραγωγικής διαδικασίας στις βιομηχανίες απαιτεί, σε πολλές περιπτώσεις κίνηση, η οποία επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση ηλεκτροκινητήρων.

Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν οι ιμάντες μεταφοράς, τα ανυψωτικά μηχανήματα, οι αναδευτήρες, οι ατέρμονοι κοχλίες και άλλα.

### 1) Ηλεκτροκινητήρες

Γενικώς, η σχεδίαση των ηλεκτροκινητήρων γίνεται με στόχο τη λειτουργία μέγιστης ενεργειακής απόδοσης σε πλήρες φορτίο. Στην πραγματικότητα όμως, η λειτουργία είναι - τις περισσότερες φορές - διαφορετική, τόσο επειδή ορισμένοι κινητήρες επιτυγχάνουν το μέγιστο φορτίο τους σε τιμές ισχύος χαμηλότερες της ονομαστικής όσο και εξ αιτίας των διαφόρων περιθωρίων - τα οποία δίδονται κατά τη μελέτη και το σχεδιασμό των εφαρμογών - για την αντιμετώπιση απρόβλεπτων καταστάσεων φόρτισης των κινητήρων.

Από την εμπειρία λοιπόν, προκύπτει πως η φόρτιση των κινητήρων σε βιομηχανικές εφαρμογές είναι της τάξης του 60%.



**Σχήμα 3.1** Διάγραμμα βαθμού απόδοσης για κοινό και υψηλής απόδοσης κινητήρα. Πηγή: ΚΑΠΕ

Υπό τις κατάλληλες τεχνικοοικονομικές προϋποθέσεις, οι κινητήρες χαμηλής λειτουργικής και ενεργειακής απόδοσης μπορούν να αντικατασταθούν με αντίστοιχους υψηλού βαθμού απόδοσης. Οι κινητήρες αυτοί σχεδιάζονται προς επίτευξη υψηλής απόδοσης σε συνθήκες χαμηλής φόρτισης, έως και 25% του πλήρους φορτίου.

Οι ασύγχρονοι κινητήρες είναι κινητήρες οι οποίοι αποδίδουν σταθερή ταχύτητα στον δρομέα τους. Οι βιομηχανικές εφαρμογές οι οποίες απαιτούν μηχανική ισχύ μπορούν, στην πλειονότητά τους, να βελτιωθούν τόσο ενεργειακά όσο και λειτουργικά, με τη χρήση κινητήρων μεταβλητών στροφών, όπου η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα ρυθμίζεται βάση των απαιτήσεων των διεργασιών.

Επιγραμματικά,

➤ **Επεμβάσεις βελτίωσης ενεργειακής αποδοτικότητας στην κίνηση:**

- Κινητήρες μεταβλητών στροφών (inverters).
- Σύγχρονοι κινητήρες υψηλού βαθμού απόδοσης.
- Βελτίωση συντελεστή ισχύος (τοπική και κεντρική αντιστάθμιση).
- Ετεροχρονισμός φορτίων - εξομάλυνση αιχμών.

## 2) Συντελεστής ισχύος

Συντελεστής ισχύος (ή  $\cos\varphi$  ή  $\cos\phi$ ) ονομάζεται ο λόγος της ωφέλιμης ισχύος ( $P_{\omega\phi}$  σε kW) προς την συνολική απορροφώμενη από το δίκτυο της ΔΕΗ ισχύ ( $P$  σε kVA):

$$\cos\varphi = \frac{P_{\omega\phi}}{P}$$

Προφανώς ισχύει η σχέση:

$$\cos\varphi \leq 1$$

Ο συντελεστής ισχύος έχει ως μέγιστη τιμή τη μονάδα.

Ορισμένα ηλεκτρικά φορτία παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος, της τάξης του 0.60 - 0.75.

Οι μεγάλοι εμπορικοί και βιομηχανικοί καταναλωτές ηλεκτρισμού, επιβαρύνονται από τη ΔΕΗ με υψηλότερες χρεώσεις για χαμηλό συντελεστή ισχύος.

Η σωστή λειτουργία του συστήματος επηρεάζεται από τον χαμηλό συντελεστή ισχύος των επαγωγικών φορτίων, ιδιαιτέρως εκείνων στη μέση τάση, ως εξής:

1. Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του συντελεστή ισχύος  $\cos\varphi$ , τόσο περισσότερη ένταση απαιτείται για την κάλυψη των φορτίων.
2. Εξ' αιτίας της υψηλότερης αυτής έντασης, απαιτείται χρήση μεγαλύτερου μετασχηματιστή ισχύος αλλά και αγωγών μεγαλύτερης διατομής.
3. Κατά συνέπεια, η χρέωση από τη ΔΕΗ είναι υψηλότερη.

Ο καταλληλότερος τρόπος διόρθωσης του συντελεστή ισχύος  $\cos\varphi$  είναι η χωρητική αντιστάθμιση, η οποία πραγματοποιείται με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών.

Υπάρχουν δύο τύποι πυκνωτών:

### 1. Οι στατικοί πυκνωτές

Ενδείκνυνται για εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος ( μικρότερης των 50 kVAr) καθώς και για τοπική αντιστάθμιση.

### 2. Η αυτόματα ρυθμιζόμενη συστοιχία πυκνωτών

Εφαρμόζεται κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος με φορτία έντονης διακύμανσης. Η αυτόματα ρυθμιζόμενη συστοιχία πυκνωτών χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες.





**Εικόνα 3.1** Συστοιχίες πυκνωτών. Πηγή: ΚΑΠΕ

### 3) Πεπιεσμένος αέρας

Κατά την παραγωγική διαδικασία είναι απαραίτητη, σε πολλές περιπτώσεις, η χρήση πεπιεσμένου αέρα. Ο πεπιεσμένος αέρας παράγεται με ηλεκτροκίνητους αεροσυμπιεστές και χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του παραγωγικού εξοπλισμού, την κίνηση βαλβίδων ελέγχου και χειριστηρίων καθώς και σε άλλες παρόμοιες εφαρμογές.

#### ❖ Αέρας εισαγωγής

Όσο ψυχρότερος είναι ο αέρας που εισέρχεται στον αεροσυμπιεστή προς συμπίεση, τόσο μικρότερος θα είναι ο όγκος που θα συμπιεστεί και, κατά συνέπεια, το απαιτούμενο από τον αεροσυμπιεστή έργο θα είναι μικρότερο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα ποσά ενέργειας τα οποία καταναλώνουν οι αεροσυμπιεστές θα είναι μικρότερα.

Επομένως, ένα μέτρο ενεργειακής εξοικονόμησης όσον αφορά στους αεροσυμπιεστές είναι η εγκατάστασή τους σε χώρους όσο το δυνατόν χαμηλότερης θερμοκρασίας, δηλαδή σε χώρους οι οποίοι είναι προστατευμένοι από την ηλιακή ακτινοβολία, καλά αεριζόμενοι, μακριά από πηγές θερμότητας και λοιπά.

Εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται και με την εξαναγκασμένη - όπως, για παράδειγμα, με ανεμιστήρες και αεραγωγούς - προσαγωγή στον χώρο αέρα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Ένα παράδειγμα τέτοιας προσαγωγής είναι, κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, η προσαγωγή αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.

## ❖ Αεροσυμπιεστές

Οι κλασικοί αεροσυμπιεστές χαρακτηρίζονται από δύο θέσεις λειτουργίας.

Στη θέση έναυσης (ON), ο αεροσυμπιεστής λειτουργεί στη πλήρη ισχύ όταν τα αεροφυλάκια είναι άδεια ή όταν υπάρχει ζήτηση από την παραγωγή. Στη θέση σβέσης (OFF), ο αεροσυμπιεστής βρίσκεται σε μηδενική ισχύ όταν τα αεροφυλάκια είναι γεμάτα ή όταν δεν υπάρχει καθόλου ζήτηση.

Στους σύγχρονους αεροσυμπιεστές - με την εφαρμογή τεχνολογίας μεταβλητών στροφών (inverter) - η ισχύς λειτουργίας και, κατά συνέπεια, η απορροφώμενη ηλεκτρική ισχύς είναι ανάλογη, κάθε φορά, της ζήτησης, με άμεσο αποτέλεσμα αντίστοιχη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι σύγχρονοι αεροσυμπιεστές διαθέτουν, επιπλέον, ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου τόσο για την παραγωγή του πεπιεσμένου αέρα, όσο και για την επεξεργασία του. Με τη χρήση των συστημάτων αυτών επιτυγχάνεται μείωση της πίεσης λειτουργίας και μείωση των εσωτερικών απωλειών των συμπιεστών. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να φτάσει το 15%. Ενδεχομένως το ποσοστό να μην είναι εντυπωσιακό αλλά, σε μια μακροχρόνια βιομηχανική χρήση, το κέρδος δεν είναι αμελητέο.

Επιγραμματικά,

➤ **Επεμβάσεις βελτίωσης ενεργειακής αποδοτικότητας στους αεροσυμπιεστές:**

- Σύγχρονοι αεροσυμπιεστές.
- Ορθή επιλογή - διαστασιολόγηση με βάση τις πραγματικές ανάγκες.
- Σωστός σχεδιασμός δικτύου.
- Ελαχιστοποίηση διαρροών.
- Ψύξη αέρα εισαγωγής.
- Ανάκτηση θερμότητας.

#### 4) Η σχεδίαση δικτύου

Η σωστή σχεδίαση ενός δικτύου πεπιεσμένου αέρα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση, και τούτο γιατί καθώς μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι απώλειες πίεσης και, κατά συνέπεια, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον αεροσυμπιεστή προς κάλυψη των απαιτήσεων πίεσης.

Ουσιώδους σημασία είναι η καλή κατάσταση στην οποία πρέπει να βρίσκεται το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα, με απουσία διαρροών οι οποίες προκαλούν σπατάλη ενέργειας.

#### 5) Ανάκτηση θερμότητας

Πριν την μελέτη της ανάκτησης θερμότητα, παρατίθεται ο ορισμός της.

**Ανάκτηση θερμότητας:**

Πρόκειται για την διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η αξιοποίηση ενός μέρους της θερμότητας η οποία αποβάλλεται από κάποια μονάδα παραγωγής θερμότητας.

Η ανάκτηση αυτή επιτυγχάνεται μέσω εναλλαγής θερμότητας μεταξύ ρευμάτων ρευστών τα οποία αποβάλλονται - όπως για παράδειγμα, τα καυσαέρια, τα απόνερα και άλλα - καθώς και ρευστών τα οποία συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία - όπως για παράδειγμα ο αέρας καύσης, τα νερά διεργασιών και λοιπά.

Κατά την διαδικασία παραγωγής πεπιεσμένου αέρα, οι αεροσυμπιεστές παράγουν επίσης θερμότητα, η οποία αντιστοιχεί σε ένα σημαντικό ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και η οποία πρέπει να απομακρυνθεί από τους χώρους στους οποίους είναι εγκατεστημένοι. Οι επιτρεπόμενες θερμοκρασίες περιβάλλοντος στο χώρο των συμπιεστών κυμαίνονται από 5°C έως 40°C.

Η πολύ χαμηλή θερμοκρασία ενέχει τον κίνδυνο να παγώσουν τα εξαρτήματα του συμπιεστή, ενώ η πολύ υψηλή προκαλεί μείωση της απόδοσης του συμπιεστή και ενδέχεται, επιπλέον, να προκύψει και πρόβλημα υπερφόρτισής του. Η απαγωγή αυτής της απορριπτόμενης θερμότητας επιτυγχάνεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, με τον εξαερισμό του χώρου. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η θερμότητα απορρίπτεται στο περιβάλλον. Αυτή η απορριπτόμενη θερμότητα μπορεί να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί - με άμεση εκμετάλλευσή της μέσω ενός δικτύου αεραγωγών - για θέρμανση χώρων.

Η εκμετάλλευση αυτής της θερμότητας για την παραγωγή θερμού νερού αποτελεί άλλον έναν τρόπο ανάκτησής της.

Για παράδειγμα, στους κοχλιωτούς συμπιεστές με έγχυση ελαίου, το έλαιο απάγει περίπου το 70% της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία καταναλώνεται. Προς ανάκτηση της θερμικής αυτής ενέργειας, το έλαιο περνά από πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος μπορεί να θερμάνει νερό έως και τους 50°C.

**6) Βιομηχανική ψύξη**

Τα συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για τη διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών σε συγκεκριμένους χώρους - σύμφωνα, κάθε φορά, με τις απαιτήσεις της παραγωγικής διαδικασίας - και για τη συντήρηση των τελικών προϊόντων σε ψυκτικούς θαλάμους - αλλά και σε μεγαλύτερους χώρους.

Κυρίως, οι βιομηχανίες τροφίμων - όπως βιομηχανίες αλλαντικών, γαλακτοβιομηχανίες και άλλες - απαιτούν την διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών σε συγκεκριμένους χώρους κατά την παραγωγική διαδικασία καθώς και την συντήρηση των τελικών προϊόντων σε ψυκτικούς θαλάμους.

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις ενεργειακής εξοικονόμησης όσον αφορά στη βιομηχανική ψύξη είναι:

- Η αντικατάσταση των παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με σύγχρονα. Τα σύγχρονα ψυκτικά συγκροτήματα παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερο βαθμό απόδοσης (COP). Επομένως, καταναλώνονται σημαντικά λιγότερα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας για την επίτευξη του ίδιου ψυκτικού αποτελέσματος.

- Η καλή θερμομόνωση των ψυκτικών θαλάμων, καθώς και η μείωση των απωλειών ψύξης από το άνοιγμα και το κλείσιμό τους.  
*Τούτο γίνεται με κατάλληλη ενημέρωση του προσωπικού καθώς και με σωστό προγραμματισμό της χρήσης τους.*
- Η καλή θερμομόνωση των κλιματιζόμενων χώρων.  
*Τούτο ισχύει τόσο για τους χώρους παραγωγής, όσο και για τους χώρους αποθήκευσης των τελικών προϊόντων.*
- Η καλή θερμομόνωση των αγωγών του δικτύου του ψυκτικού μέσου.  
*Τούτο ισχύει τόσο για τους χώρους παραγωγής, όσο και για τους χώρους αποθήκευσης των τελικών προϊόντων.*
- Η ανάκτηση θερμότητας από το ψυκτικό συγκρότημα.

## 7) Παραγωγικός εξοπλισμός

Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο παραγωγικός εξοπλισμός μιας βιομηχανίας, αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Καθώς, με τη φυσιολογική φθορά του παραγωγικού εξοπλισμού, προκαλείται υπερκατανάλωση ενέργειας, αλλά και καθώς η τεχνολογική εξέλιξη έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία νέων μηχανημάτων σημαντικά βελτιωμένης ενεργειακής συμπεριφοράς, εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να προκύψει με την αντικατάσταση ή/και τον εκσυγχρονισμό του παλαιού εξοπλισμού.

Επομένως, σε μια βιομηχανική μονάδα θα πρέπει να υπάρχει μια πλήρης και σαφής εικόνα σχετικά με την κατάσταση στην βρίσκεται ο παραγωγικός εξοπλισμός και μια συνεχής ενημέρωση επάνω στις τεχνολογικές εξελίξεις και τα νέα προϊόντα όσον αφορά στον παραγωγικό εξοπλισμό, ο οποίος χρησιμοποιείται στο εκάστοτε κλάδο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αποφασίζεται κάθε φορά ο τυχόν εκσυγχρονισμός, βάση τεχνικοοικονομικών κριτηρίων.

## 8) Βιομηχανικές κτιριακές εγκαταστάσεις

Τα κτίρια του βιομηχανικού τομέα καταναλώνουν σημαντικά ποσά ενέργειας - όπως όλα τα κτίρια άλλωστε.

Τα μέτρα μείωσης της ενεργειακής τους κατανάλωσης εφαρμόζονται είτε στο κέλυφος είτε στις ηλεκτρομηχανολογικές τους εγκαταστάσεις οι οποίες αφορούν τη λειτουργία τους, όπως σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, αερισμού, και λοιπά. Προφανώς, μια συνολική προσέγγιση ενεργειακής εξοικονόμησης σε μια βιομηχανία αφορά τόσο την οποιαδήποτε διαδικασία παραγωγής όσο και τη λειτουργία των κτιριακών εγκαταστάσεων.

Σε κτιριακές εγκαταστάσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο ως γραφεία ισχύουν όλες οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες εφαρμόζονται σε οποιοδήποτε κτίριο του τριτογενούς τομέα. Σε κτιριακές εγκαταστάσεις στις οποίες στεγάζονται οι παραγωγικές διαδικασίες, ο ενεργειακός σχεδιασμός, μολονότι βασίζεται στις ίδιες αρχές, διαφοροποιείται αναλόγως της χρήσης του εκάστοτε χώρου, της λειτουργίας του παραγωγικού εξοπλισμού και της παρουσίας ανθρώπινης δραστηριότητας.

Είναι απαραίτητη, εξ αιτίας τόσο της μεγάλης ποικιλίας των εσωτερικών συνθηκών - οι οποίες είτε προκύπτουν από τη χρήση των μηχανημάτων, είτε

απαιτούνται αναλόγως του παραγόμενου προϊόντος - όσο και του ποσού ενέργειας και του είδους καυσίμου τα οποία απαιτούνται για την παραγωγική διαδικασία σε σχέση με τις ενεργειακές απαιτήσεις για τη λειτουργία των κτιρίων, μια ειδική ενεργειακή μελέτη η οποία θα περιλαμβάνει όλα τα συστήματα τα οποία καταναλώνουν - ή και παράγουν - ενέργεια και η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα έναν βέλτιστο συνολικό σχεδιασμό.

## 9) Κλιματισμός

Επιγραμματικά,

### **Επεμβάσεις βελτίωσης ενεργειακής αποδοτικότητας στον κλιματισμό:**

- Αντικατάσταση παλαιών συγκροτημάτων με σύγχρονα υψηλού βαθμού απόδοσης (COP).
- Ανάκτηση θερμότητας από τον συμπυκνωτή.
- Τακτική συντήρηση και επισκευή δικτύου σωληνώσεων και αεραγωγών, καθαρισμός ή/και αντικατάσταση φίλτρων.
- Κατάλληλες ρυθμίσεις θερμοστατών και διατάξεων ελέγχου ανάλογα με τα φορτία και τη χρήση των χώρων.
- Καλής ποιότητας θερμομόνωση δικτύων.
- Αντικατάσταση των παλαιών τοπικών κλιματιστικών μονάδων (split units) με κεντρικό σύστημα κλιματισμού.
- Εγκατάσταση ρυθμιστών στροφών (Variable Speed Drivers) σε αντλίες και ανεμιστήρες.
- Ανάκτηση θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα.

## 10) Άλλες τεχνολογίες βελτίωσης ενεργειακής αποδοτικότητας

Επιγραμματικά:

- Ενεργειακή ολοκλήρωση διεργασιών (energy process integration).
- Συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.
- Εφαρμογή συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. [7], [23], [29]

### 3.1.2 Μέτρα γενικών εφαρμογών

Τα μέτρα ενεργειακής εξοικονόμησης σε μία βιομηχανία μπορούν να εφαρμοσθούν όχι μόνο σε έναν συγκεκριμένο τομέα, αλλά και σε ολόκληρη την εγκατάσταση. Τέτοια μέτρα είναι - στην πλειοψηφία τους - απλά και σχετικώς χαμηλού κόστους και μπορούν να εφαρμοσθούν σε οποιαδήποτε βιομηχανία, ανεξαρτήτως των ιδιομορφιών της.

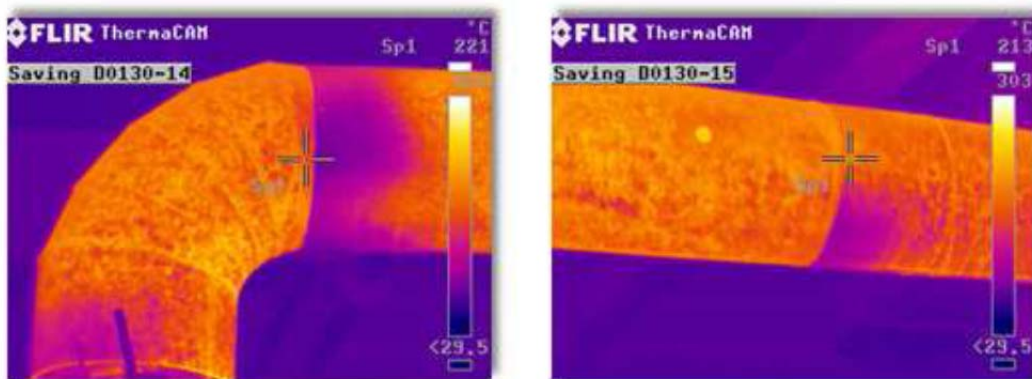
### 3.1.2.1 Ενεργειακή επιθεώρηση

Προς καλύτερη κατανόηση του ρόλου της ενεργειακής επιθεώρησης, παρατίθεται ο ορισμός της.

#### Ενεργειακή επιθεώρηση:

Πρόκειται για την διαδικασία εκτίμησης - σε ένα ενεργειακό σύστημα - της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας των παραγόντων οι οποίοι την επηρεάζουν και των δυνατοτήτων ενεργειακής εξοικονόμησης.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί μία σημαντική δράση με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και έχει εφαρμογή τόσο στη βιομηχανία όσο και στον κτιριακό τομέα. Αφορά όλες τις ενεργειακές τεχνολογίες.



Εικόνα 3.2 Θερμογραφήματα αγωγών καυσαερίων, από ενεργειακή επιθεώρηση του ΚΑΠΕ. Πηγή: ΚΑΠΕ

Η ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει τις εξής ενέργειες:

1. Καταγραφή τόσο της ενεργειακής κατανάλωσης όσο και των χαρακτηριστικών της.
2. Εκτέλεση ενός κατάλληλου προγράμματος μετρήσεων των σημαντικών ενεργειακών - αλλά και άλλων - μεγεθών.
3. Επεξεργασία των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν από τις μετρήσεις.
4. Προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης βάση της ανωτέρω ενεργειακής ανάλυσης.

Η διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό μιας σαφούς εικόνας σχετικά με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται - από ενεργειακής άποψης - η βιομηχανία ή το κτίριο και την πρόταση συγκεκριμένων μέτρων. Από την υλοποίηση των μέτρων αυτών θα προκύψει τόσο εξοικονόμηση ενέργειας όσο και αντίστοιχα οικονομικά οφέλη.

Η Απόφαση Δ6/Β/οικ. 11038, ΦΕΚ 1526/Β/27.07.1999 «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων», καθορίζει τον τρόπο σύμφωνα με τον οποίο θα πρέπει να εκτελείται η διενέργεια των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων.

Σύμφωνα με την απόφαση αυτή, οι κύριες κατηγορίες ενεργειακών επιθεωρήσεων είναι:

### 1. Συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση

Εντοπίζει όλες τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες είναι πρώτης προτεραιότητας και άμεσης απόδοσης. Οριοθετεί εκείνες τις επεμβάσεις οι οποίες ικανοποιούν αρχικώς τα κριτήρια του φορέα για αυτοχρηματοδότηση επενδύσεων, και εκείνες οι οποίες χρήζουν αναλυτικής τεκμηρίωσης εντός των πλαισίων εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης.

### 2. Εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση

Έπεται - συνήθως - της συνοπτικής ενεργειακής επιθεώρησης και διενεργείται σε εκείνα τα σημεία στα οποία, εκτός των ενεργειακών στοιχείων, απαιτούνται και μετρήσεις, ούτως ώστε να καταρτιστούν τα ενεργειακά ισοζύγια των ενεργοβόρων μονάδων ή εγκαταστάσεων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, προσδιορίζονται τυχόν επεμβάσεις μεσοπρόθεσμης αλλά και μακροπρόθεσμης απόδοσης.



Εικόνα 3.3 Θερμογραφήματα δικτύων, από ενεργειακή επιθεώρηση του ΚΑΠΕ. Πηγή: ΚΑΠΕ

#### 3.1.2.2 Ενεργειακή Διαχείριση

Προς καλύτερη κατανόηση του ρόλου της ενεργειακής διαχείρισης, παρατίθεται ο ορισμός της.

#### **Ενεργειακή διαχείριση:**

Πρόκειται για την μέθοδο βελτίωσης - μέσω τεχνικών και οργανωτικών μέτρων - της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός συστήματος. Έχει ως άμεσο στόχο τη μείωση της συμμετοχής της ενέργειας στο συνολικό κόστος παραγωγής του τελικού προϊόντος.

Η ορθή εφαρμογή της ενεργειακής διαχείρισης σε μία βιομηχανία, απαιτεί αρχικώς την διενέργεια Ενεργειακής Επιθεώρησης, από την οποία θα προκύψει, μεταξύ άλλων, σαφής εικόνα σχετικώς με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, από ενεργειακής άποψης, η βιομηχανία.

Ένα πρόγραμμα ενεργειακής διαχείρισης περιλαμβάνει τις εξής ενέργειες:

1. Ενεργειακή επιθεώρηση της βιομηχανίας, με καταγραφή τόσο της ενεργειακής κατανάλωσης όσο και των χαρακτηριστικών της, μετρήσεις σημαντικών ενεργειακών, και άλλων, μεγεθών σε κατάλληλα επιλεγμένα σημεία, επεξεργασία των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν από τις μετρήσεις και προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης.

2. Ορισμό του ρόλου Ενεργειακού Υπευθύνου, ο οποίος θα έχει καλή γνώση των παραγωγικών διαδικασιών και των ενεργειακών συστημάτων της βιομηχανίας.
3. Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχής ενημέρωσή του.
4. Σύνταξη, σε τακτά χρονικά διαστήματα, ενεργειακών εκθέσεων προς τη Διοίκηση.
5. Εφαρμογή νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας (όπως συμπαραγωγή ενέργειας, συστήματα ελέγχου και αυτοματισμών κ.α.) πάντοτε έπειτα από εκπόνηση σχετικής τεχνικοοικονομικής μελέτης η οποία θα εξετάζει την σκοπιμότητα της εφαρμογής.
6. Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του προσωπικού σχετικά με τους στόχους του προγράμματος καθώς και καθορισμό της συμμετοχής του σε αυτό.
7. Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού.

Στα πλαίσια της Ενεργειακής Διαχείρισης περιλαμβάνεται επίσης και η μέτρηση κρίσιμων ενεργειακών και περιβαλλοντικών μεγεθών μιας βιομηχανίας. Η επεξεργασία των μετρήσεων των μεγεθών αυτών επιτρέπει στη βιομηχανική μονάδα να εντοπίσει πιθανές δυσλειτουργίες και, μέσω μιας ορθότερης διαχείρισης, να ομαλοποιήσει την λειτουργία της, έτσι ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη ενεργειακή λύση.

### *3.1.2.3 Ενεργειακή αναδιοργάνωση - Οικονομική λειτουργία των ηλεκτρικών συστημάτων*

Ο περιορισμός της σπατάλης ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί τον προσδιορισμό περιττής ενεργειακής κατανάλωσης και την εξάλειψη ή, τουλάχιστον, τον περιορισμό της.

Μέτρα τα οποία συντελούν στον περιορισμό της περιττής ενεργειακής κατανάλωσης αποτελούν:

- Η σβέση των λαμπτήρων σε χώρους στους οποίους δεν χρησιμοποιούνται ή στα σημεία στα οποία ο συνδυασμός φυσικού και τεχνητού φωτισμού υπερβαίνει τις απαιτήσεις.
- Ο έλεγχος των θερμοκρασιών και της κατάστασης λειτουργίας των συστημάτων κλιματισμού, καθώς και η διακοπή λειτουργίας των κινητήρων όταν αυτοί λειτουργούν χωρίς φορτίο.

Επίσης, σε περιπτώσεις στις οποίες διαπιστώνονται ορισμένες υπερδιαστασιολογήσεις των ηλεκτρικών μηχανών και συσκευών, συνιστάται η κατάστρωση στρατηγικού σχεδίου ως προς τη σειρά φόρτισής τους, αλλά και πιθανώς αντικατάστασής τους.

Υπερδιαστασιολογήσεις παρουσιάζουν, συνήθως, οι παρακάτω κατηγορίες εξοπλισμού:

1. Οι κινητήρες
2. Τα δίκτυα φωτισμού και λαμπτήρες
3. Τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού



4. Τα ψυγεία
5. Οι αεροσυμπιεστές

Καθώς οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναδιοργάνωσης δεν απαιτούν σημαντικές επενδύσεις αλλά ενέργειες διοικητικού χαρακτήρα, είναι ιδιαιτέρως σημαντικός ο ρόλος του υπεύθυνου, από τη διοίκηση, διαχειριστή ενέργειας. Μέρος του ρόλου είναι και οι τακτικοί έλεγχοι.

Η επίτευξη της οικονομικής λειτουργίας ενός ηλεκτρικού συστήματος καθίσταται δυνατή μέσω της διαχείρισης των φορτίων και της επιλογής ενός καταλληλότερου τιμολογίου, συναρτήσει της μορφής και του μεγέθους της κατανάλωσης.

Ενέργειες οι οποίες καθιστούν εφικτές τις δυνατότητες παρέμβασης είναι:

**1. Ο έλεγχος των βασικών φορτίων.**

Επιτυγχάνεται έτσι:

- *Ο ετεροχρονισμός των φορτίων.*
- *Η μείωση της αιχμής.*

**2. Ο προγραμματισμός των δευτερευόντων φορτίων.**

Τέτοια φορτία αποτελούν:

- *Τα συστήματα αερισμού και δροσισμού.*
- *Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις.*
- *Οι ανεμιστήρες και οι αεροσυμπιεστές.*

Για τον ετεροχρονισμό των ηλεκτρικών φορτίων χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

1. Σωστός χρονικός προγραμματισμός των φορτίων καθώς και της χειροκίνητης διακοπής τους.
2. Σωστός χρονικός προγραμματισμός των χρονοδιακοπών.
3. Εγκατάσταση κεντρικού ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου των φορτίων μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Το επενδυτικό κόστος του σωστού χρονικού προγραμματισμού των φορτίων και της χειροκίνητης διακοπής τους καθώς και των χρονοδιακοπών δεν είναι ιδιαιτέρως υψηλό. Όσον αφορά την επιλογή - από τη βιομηχανία - του καταλληλότερου τιμολογίου αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ, είναι ουσιώδης η εκπόνηση ανάλυσης του κόστους αγοράς για το σύνολο του έτους. Σε αυτήν την ανάλυση θα λαμβάνονται υπόψη οι μηνιαίες διακυμάνσεις της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και της απορρόφησης ηλεκτρικής ισχύος.

Παράγοντες οι οποίοι θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπ' όψη σε μια αναθεώρηση - μεταξύ ΔΕΗ και καταναλωτή - των συμφωνημένων τιμολογίων, αποτελούν η μορφή της καμπύλης ημερήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και η βελτίωση του συντελεστή ισχύος.

### 3.1.2.4 Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης

Η εγκατάσταση ενός συστήματος αυτοματισμού μπορεί να οδηγήσει σε πολύ σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά στην ενεργειακή εξοικονόμηση. Συγκεκριμένα, ένα Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου (Building Energy Management System - BEMS) έχει ως σκοπό την επιτήρηση ή/και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου. Καθίσταται έτσι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των ενεργειακών εγκαταστάσεων από έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και η καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς των συστημάτων τα οποία είναι εγκατεστημένα στο κτίριο και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία.

Το σύστημα BEMS βασίζεται σε διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και το σύστημα EUROPEAN INSTALLATION BUS (EIB).

Το σύστημα BEMS χαρακτηρίζει ένα κτίριο ως «έξυπνο». Αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- **Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου.**
  - ✓ *Επιτελεί τον προγραμματισμό και το χειρισμό του συστήματος.*
- **Αισθητήρια όργανα.**
  - ✓ *Μετρούν τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου - όπως για παράδειγμα, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα αέρα, τη στάθμη φωτισμού κ.α.*
- **Ενεργοποιητές - Συσκευές εκτέλεσης εντολών.**
  - ✓ *Μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας των διαφόρων εγκαταστάσεων - όπως, για παράδειγμα, θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπά, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με το σύστημα BEMS.*
- **Ελεγκτές.**
  - ✓ *Καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονίζουν όλες τις εγκαταστάσεις. Αποτελούν, ουσιαστικώς, τον «εγκέφαλο» του συστήματος.*
- **Συνδεδημένες καλωδιώσεις.**
  - ✓ *Σε ορισμένους τομείς, η λειτουργία και η επιλογή των διαφόρων καταστάσεων εκτελείται μέσω επιμέρους χειριστηρίων, τα οποία διαθέτουν επιλογείς καταστάσεων.*

Επομένως, τα στάδια λειτουργίας είναι:

1. Μέτρηση των παραμέτρων ελέγχου.
2. Διενέργεια απαραίτητων διορθώσεων και ρυθμίσεων.
3. Επίβλεψη εγκαταστάσεων και κατανάλωσης ενέργειας.
4. Παρέμβαση για τυχόν βελτιώσεις.

Τα σημαντικότερα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα BEMS σε ένα κτίριο είναι:

- 1) Συστήματα θέρμανσης ή / και κλιματισμού
- 2) Παθητικά συστήματα όπως, για παράδειγμα, αίθρια, αερισμός, και λοιπά
- 3) Αερισμού
- 4) Εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού
- 5) Συστήματα δροσισμού
- 6) Ηλεκτρική εγκατάσταση
  - ✓ *Παρακολουθεί την διακύμανση αιχμής του ηλεκτρικού φορτίου αναλόγως της χρέωσης τιμολογίου και περιορίζει την αιχμή ηλεκτρικής ζήτησης.*
- 7) Υδραυλική εγκατάσταση

- ✓ Σε περίπτωση πλημμύρας κλείνει τον γενικό διακόπτη νερού και ειδοποιεί με μήνυμα SMS τον ιδιοκτήτη στο κινητό τηλέφωνό του.
- 8) Εγκατάσταση θέρμανσης
  - ✓ Την εκκινεί για την αποφυγή παγετού.
- 9) Σύστημα σκιάστρων
- 10) Σύστημα άρδευσης
- 11) Ποιότητα αέρα
- 12) Εγκαταστάσεις ασφαλείας
  - ✓ Όπως, για παράδειγμα, πυρανίχνευσης, πυρόσβεσης, συναγερμού και λοιπά.

Το σύστημα BEMS εξασφαλίζει τα εξής:

- Εύκολο κεντρικό έλεγχο, από ένα σημείο, όλων των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Καταγραφή της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- Τήρηση αρχείων (στατιστικών στοιχείων) για εντοπισμό των σημείων στα οποία χρειάζεται επέμβαση.
- Εξοικονόμηση ενέργειας.

Προφανώς, το σύστημα BEMS αποτελεί την μοναδική λύση όσον αφορά στην ορθολογική λειτουργία όλων των εγκαταστάσεων σε κτίρια μεσαίου και μεγάλου μεγέθους. Η εγκατάστασή του έχει νόημα μόνον εφ' όσον έχουν προηγηθεί όλες οι απαραίτητες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας όπως, για παράδειγμα, θερμομόνωση, διπλοί υαλοπίνακες, συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης και λοιπά.

### 3.1.2.5 Συντήρηση

Η συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και του βασικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού μιας βιομηχανικής μονάδας είναι ουσιώδης για την ομαλή και οικονομική λειτουργία της.

Οι κύριες κατηγορίες συντήρησης είναι:

1. Η προγραμματισμένη και προληπτική συντήρηση.
2. Η έκτακτη συντήρηση λόγω βλαβών.

Ο προγραμματισμός της συντήρησης θα πρέπει να γίνεται τόσο σε λειτουργική όσο και οικονομική βάση. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ελαχιστοποιείται το κόστος συντήρησης, δεν επηρεάζεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και δεν μειώνεται η παραγωγή στη βιομηχανία λόγω βλαβών.

Η προληπτική συντήρηση θα πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ιδιαιτέρως σε εξοπλισμό, ο οποίος βάση στατιστικών στοιχείων, παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα βλαβών.

Ο εξοπλισμός ο οποίος δεν παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα βλαβών, όπως για παράδειγμα οι ηλεκτρικές αντιστάσεις ή οι ηλεκτρικοί λέβητες, περνά σε δεύτερη σειρά στον κατάλογο των προτεραιοτήτων συντήρησης.

Τα βασικά σημεία - ανά κατηγορία - τα οποία θα πρέπει να ελέγχονται και να επισκευάζονται, όταν κάτι τέτοιο κρίνεται αναγκαίο ή σκόπιμο, είναι:

**1. Ηλεκτροκινητήρες**

- ευθυγράμμιση αξόνων κινητήρα και φορτίου
- Ο έλεγχος ηλεκτρικών επαφών
- Ο καθαρισμός
- λίπανση εδράνων και αλλαγή των φθαρμένων

**2. Φωτισμός**

- Ο καθαρισμός ή η αλλαγή λαμπτήρων

**3. Συστήματα ελέγχου**

- Ο καθαρισμός των διακοπών
- Ο έλεγχος των τερματικών, των επαφών και της λειτουργίας των ηλεκτρονόμων

Η συντήρηση του εξοπλισμού θα πρέπει να γίνεται σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα και λαμβανομένων υπ' όψη των απαιτήσεων της παραγωγικής διαδικασίας. [7], [23]

# 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## “ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ”

### Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί, διεθνώς, ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης της ενέργειας στις βιομηχανίες. Οι λόγοι είναι γνωστοί: το αυξανόμενο ποσοστό ενεργειακής συμμετοχής στο συνολικό κόστος του τελικού παραγόμενου προϊόντος, η αύξηση του ανταγωνισμού στη διεθνή αγορά προϊόντων, καθώς επίσης τα συνεχώς αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η μεθοδική οργάνωση και εφαρμογή προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας απέδειξε ότι μπορεί να οδηγήσει σε ποσοστά εξοικονόμησης της τάξεως 5% - 25% ανάλογα με την ακολουθούμενη μεθοδολογία και το είδος της ενεργειακής επέμβασης.

Η εξοικονόμηση αυτή, της ενέργειας, οδηγεί ταυτόχρονα και στην ελάττωση της εκπομπής ρύπων προς το περιβάλλον, γεγονός πολύ σημαντικό τα τελευταία χρόνια. Έχει υπολογιστεί ότι με την καύση ενός τόνου ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) υγρού καυσίμου εκπέμπονται τουλάχιστον τρεις τόνοι CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον με αποτέλεσμα την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια, τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, είναι οι μοναδικές επεμβάσεις οι οποίες υποστηρίζουν τη διατήρηση του καθαρού περιβάλλοντος, ενώ συγχρόνως, αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων.

Όλα αυτά, δεν θα μπορούσαν να μην έχουν αντίκτυπο στις ελληνικές βιομηχανίες τροφίμων, η οποίες θα πρέπει να «προσέχουν» το περιβάλλον έξω από το εργοστάσιο, καθώς και μέσα σε αυτό.

## 4.1 ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ



*Εικόνα 4.1 Πηγή: ΕΛΑΪΣ (Ίδρυση: 1920)*

### 4.1.1 Χαρακτηριστικά αποβλήτων ελαιοτριβείων

Το κύριο πρόβλημα στα ελαιοτριβεία είναι τα υγρά απόβλητα, καθώς παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλούς δείκτες ρύπανσης [BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), αιωρούμενα στερεά] και περιέχουν φυσικές χρωστικές ουσίες που είναι πολύ δύσκολο να απομακρυνθούν με τις κλασικές μεθόδους καθαρισμού. Στα ελαιοτριβεία δεν εκλύονται σημαντικές ποσότητες αέριων αποβλήτων, αν και υπάρχει η πιθανότητα έκλυσης οσμών, λόγω κακής αποθήκευσης των ελαίων και των ελαιοπυρήνων.

Τα κύρια απόβλητα κατά την παραγωγή ελαιόλαδου, είναι υγρά απόβλητα και προέρχονται από το στάδιο της έκθλιψης (εφόσον χρησιμοποιείται ως μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου), το στάδιο του τελικού φυγοκεντρικού διαχωρισμού και το στάδιο της πλύσης του ελαιόκαρπου με καθαρό νερό. Υγρά απόβλητα είναι τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου, αυξημένα με το νερό κατεργασίας (πλύση ελαιόκαρπου, αραίωση ελαιοζύμης, καθαρισμός ελαιοτριβείου κλπ.)

Ο όγκος των αποβλήτων για τα μικρά ελαιοτριβεία, κλασικά συστήματα (3 πιεστήρια), υπολογίζεται σε 1m<sup>3</sup>/τόνο ελαιόκαρπου ή 5m<sup>3</sup>/τόνο ελαιόλαδου με πιθανή διακύμανση από 3,0-5,5m<sup>3</sup>/τόνο ελαιόλαδου.

Το 16-20% των αποβλήτων, προέρχεται από το στάδιο της πλύσης, το 76-80% από το στάδιο της έκθλιψης και διαχωρισμού και το 4% είναι υγρά απόβλητα απολάσπωσης από το στάδιο του τελικού διαχωρισμού.

### 4.1.2 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT)

Τα μέτρα πρόληψης και περιορισμού της ρύπανσης εστιάζονται σε ενέργειες πρόληψης (μείωσης του όγκου) και επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, δεδομένου ότι τα υγρά απόβλητα αποτελούν το κύριο πρόβλημα ρύπανσης σε αυτές τις εγκαταστάσεις.

Ορισμένες σημαντικές τεχνικές πρόληψης είναι αρχικά η εκπαίδευση του προσωπικού και ο καθορισμός υπεύθυνου για την παρακολούθηση της καλής λειτουργίας των συστημάτων αντιμετώπισης της ρύπανσης. Ακόμη, η συστηματική παρακολούθηση του όγκου και της ποιότητας των υγρών αποβλήτων, καθώς και ο συνεχής έλεγχος και η σωστή συντήρηση του εξοπλισμού, αποτελούν εξίσου σημαντικούς παράγοντες πρόληψης της ρύπανσης, έτσι ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν και προληφθούν εγκαίρως τυχόν διαρροές.

Επίσης, η αποθήκευση των ελαίων πρέπει να γίνεται σε ειδικούς χώρους (σιλό, καλάθια ή διάτρητα κουτιά), κατάλληλα αεριζόμενους, αλλά όχι για μεγάλο χρονικό διάστημα, καθώς η μακρόχρονη παραμονή μπορεί να επιφέρει και αύξηση της οξύτητας του παραγόμενου ελαίου με συνέπεια τη δημιουργία δυσάρεστων οσμών. Η φυγοκέντριση δυο ή τριών φάσεων, για την εξαγωγή του ελαιόλαδου αντί της έκθλιψης, αποτελεί την καλύτερη λύση, καθώς επιτυγχάνεται εξοικονόμηση νερού και μείωση του όγκου των υγρών αποβλήτων. Επίσης, προτείνεται η ψύξη και ανακυκλοφορία των νερών ψύξης και η ανακυκλοφορία των απόνερων στο κύκλωμα ψύξης, έτσι ώστε ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται και εξοικονόμηση νερού.

#### 4.1.2.1 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης

Ορισμένες σημαντικές τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης, είναι σε ότι αφορά στα υγρά απόβλητα η ύπαρξη και λειτουργία συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, ενώ σε ότι αφορά στα στερεά απόβλητα και τα παραπροϊόντα τους, να γίνεται προώθηση των παραγόμενων ελαιοπυρήνων σε πυρηνελαιουργεία για την παραγωγή πυρηνέλαιου, καθώς οι ελαιοπυρήνες είναι το κυριότερο πρόβλημα στερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων που χρήζει αντιμετώπισης. [8], [9]

## 4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ



*Εικόνα 4.2 Πηγή: Μεβγάλ (Ίδρυση: 1950)*

### 4.2.1 Χαρακτηριστικά των αποβλήτων

Τα κυριότερα απόβλητα της βιομηχανίας γαλακτοκομικών προϊόντων που σχετίζονται τόσο με την παραγωγική διαδικασία αλλά και με τη λειτουργία των εγκαταστάσεων γενικότερα, είναι τα υγρά απόβλητα. Αυτά προέρχονται από πλύσιμο και καθαρισμό των εγκαταστάσεων παραγωγής και συσκευασίας, καθαρισμό και διάθεση υποπροϊόντων παραγωγής, καθαρισμό των βυτιοφόρων οχημάτων μεταφοράς του νωπού γάλακτος στο εργοστάσιο, χημικά (π.χ. καύσιμα, λιπαντικά συντήρησης κλπ.) που χρησιμοποιούνται στη γραμμή παραγωγής, προϊόντα που επιστρέφονται (έχει παρέλθει η ημερομηνία λήξης).

Ειδικά σε ότι αφορά στην παραγωγική διαδικασία, το σημαντικότερο ρυπαντικό φορτίο κατά την παραγωγή τυριών, προέρχεται από το τυρόγαλο και το αλάτι που προστίθεται σε ορισμένα τυριά. Επίσης, υπολείμματα τυροπήγατος συμβάλλουν στην αύξηση των αιωρούμενων στερεών στα υγρά απόβλητα.

Τα υγρά απόβλητα των γαλακτοβιομηχανιών περιέχουν κυρίως γάλα ή προϊόντα γάλακτος, καθώς και διάφορες απορρυπαντικές ουσίες και παρουσιάζουν υψηλό οργανικό φορτίο, υψηλά επίπεδα αζώτου και φωσφόρου και διακυμάνσεις ως προς την θερμοκρασία και το pH (λόγω της παρουσίας βασικών και όξινων χημικών ουσιών καθαρισμού). Ο όγκος και η συγκέντρωση των αποβλήτων των γαλακτοβιομηχανιών, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ο τύπος και η ποσότητα των προϊόντων, η διαδικασία και ο μηχανολογικός εξοπλισμός παραγωγής, οι πρακτικές καθαρισμού. Οι κύριες πηγές επιβάρυνσης των υγρών αποβλήτων είναι τα νερά πλύσης των δεξαμενών γάλακτος, η διάθεση τυρογάλακτος και βουτυρογάλακτος στα απόβλητα, οι απώλειες γάλακτος κατά την παραγωγική διαδικασία (π.χ. αποθήκευση, διαύγαση, παστερίωση κλπ.)



#### 4.2.2 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT)

Κατά την παραγωγική διαδικασία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας γάλακτος, τα σημαντικότερα προβλήματα για τα οποία είναι σκόπιμη η λήψη μέτρων και περιορισμού της ρύπανσης είναι:

- Η σημαντική κατανάλωση ενέργειας στα στάδια υψηλών θερμοκρασιών της παραγωγικής διαδικασίας (παστερίωση, συμπύκνωση, ξήρανση) καθώς και στα στάδια της ψύξης, του αερισμού, της παροχής αέρα υπό πίεση.
- Η υψηλή κατανάλωση νερού και χημικών καθαρισμού (όξινων ή βασικών), στα στάδια του πλυσίματος των χώρων της μονάδας, του εξοπλισμού και των βυτίων μεταφοράς.
- Η δημιουργία μεγάλων απωλειών ακατέργαστου γάλακτος κατά την διακίνησή του στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.
- Παραγωγή αποβλήτων υψηλού οργανικού φορτίου και αιωρούμενων στερεών, καθώς και αποβλήτων με υψηλό περιεχόμενο σε λίπη και έλαια, άζωτο και φώσφορο.
- Διακυμάνσεις pH των υγρών αποβλήτων.
- Υψηλό θερμικό περιεχόμενο σε ορισμένα ρεύματα υγρών αποβλήτων.
- Απώλειες στο σύστημα παραγωγής και διανομής του ατμού.
- Παραγωγή στερεών αποβλήτων μεγάλου όγκου, στις αέριες εκπομπές κυρίως από την καύση υγρών καυσίμων για την παραγωγή.
- Δημιουργία οσμών από την επεξεργασία του γάλακτος.

##### 4.2.2.1 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης

Τα μέτρα πρόληψης και περιορισμού της ρύπανσης στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας γάλακτος, εστιάζονται στην πρόληψη και στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και συνοψίζονται στα εξής:

- Κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού για τον έλεγχο και την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας.
- Διαχωρισμός ρευμάτων αποβλήτων ανάλογα με το ρυπαντικό τους φορτίο, λόγω του ότι υπάρχει μεγάλος όγκος υγρών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο, αιωρούμενα στερεά, άζωτο και φώσφορο.
- Τακτικός έλεγχος της ποιότητας των υγρών αποβλήτων (λόγω του μεγάλου όγκου των βιοαποδομήσιμων στερεών που παράγονται στην παραγωγική διαδικασία) και τήρηση αρχείου.
- Αποφυγή καθαρισμού του χώρου με νερό, ώστε να αποφεύγεται η επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων.
- Χρήση ψυκτικών συστημάτων που χρησιμοποιούν αμμωνία και όχι CFCs (chlorofluorocarbon - χλωροφθοράνθρακες).
- Εγκατάσταση σύγχρονων παστεριωτών (μεγάλου όγκου κατά το δυνατόν), ώστε να παράγονται λιγότερα απόβλητα κρέμας.
- Βελτιστοποίηση των μηχανημάτων συσκευασίας, ώστε να περιορίζεται η παραγωγή στερεών αποβλήτων συσκευασίας.

#### 4.2.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης

Οι βασικές τεχνικές για τον περιορισμό της ρύπανσης που προτείνονται, είναι οι εξής:

- Ορισμός ειδικού υπεύθυνου για την καλή λειτουργία και συντήρηση του εξοπλισμού.
- Επιλογή κατάλληλου σχήματος επεξεργασίας για την μείωση των BOD και των SS (Suspended Solids), λόγω του μεγάλου όγκου των υγρών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο.
- Ασφαλής διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.
- Η διάθεση στερεών αποβλήτων διαύγασης - φυγοκέντρισης γάλακτος, πρέπει να εφαρμόζεται στα στερεά απόβλητα και όχι στα υγρά απόβλητα.
- Εφαρμογή πλήρους αυτοματοποιημένου συστήματος χημικού καθαρισμού CIP για τον καθαρισμό των δεξαμενών. [8], [9]

### 4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΨΥΚΤΙΚΩΝ



*Εικόνα 4.3 Πηγή: Βίκος (Ίδρυση: 1990)*

#### 4.3.1 Χαρακτηριστικά αποβλήτων

Η βιομηχανία παραγωγής αναψυκτικών καταναλώνει στην παραγωγική διαδικασία μεγάλες ποσότητες νερού, τόσο για την αραίωση των πρώτων υλών όσο και για καθαρισμό του μηχανολογικού εξοπλισμού και δαπέδων.

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τη βιομηχανία αναψυκτικών και εμφιαλωμένων νερών, διακρίνονται σε τέσσερις βασικούς τύπους:

1. Υγρά εγκαταστάσεων από τις διεργασίες παραγωγής.
2. Υγρά απόβλητα που προέρχονται από τις διάφορες διεργασίες πλυσίματος των φιαλών.
3. Υγρά απόβλητα από επιστρεφόμενα προϊόντα.
4. Υγρά απόβλητα από το πλύσιμο μηχανημάτων δαπέδων.

Τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τη βιομηχανία αναψυκτικών και εμφιαλωμένων νερών, διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

1. Στερεά απόβλητα από διεργασίες επεξεργασίας εισερχόμενου νερού.
2. Στερεά απόβλητα από συσκευασίες.

### 4.3.2 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT)

#### 4.3.2.1 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης

Τα μέτρα πρόληψης και περιορισμού της ρύπανσης στις εγκαταστάσεις αναψυκτικών και εμφιαλωμένων νερών, συνοψίζονται στα εξής:

- Εκπαίδευση του προσωπικού σε θέματα πρόληψης και ελέγχου της ρύπανσης.
- Εξοικονόμηση νερού και ενέργειας.
- Χρήση καλής ποιότητας νερού (μειωμένης σκληρότητας) προς περιορισμό της χρήσης χημικών ουσιών.
- Προγραμματισμένη χρήση καθαριστικών κατά τον καθαρισμό των φιαλών.
- Αυστηρή τήρηση των κανόνων υγιεινής στις εγκαταστάσεις της μονάδας.
- Ανακύκλωση υγρών αποβλήτων τόσο στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και για χρήσεις που δεν απαιτούν υψηλή ποιότητα νερού (πλύσεις δαπέδων και οχημάτων).

#### 4.3.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης

Οι βασικές τεχνικές για τον περιορισμό της ρύπανσης που προτείνονται είναι οι εξής:

- Επαναχρησιμοποίηση των συμπυκνωμάτων των ατμών για εξοικονόμηση νερού και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Εξοικονόμηση ενέργειας και ελαχιστοποίηση αποβλήτων, με χρήση ενεργειακού περιεχομένου εκροής βάσης πρώτης αποστακτικής στήλης και ενδεχόμενη επαναχρησιμοποίησή τους.
- Κατάλληλος σχεδιασμός συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ανάλογα με την ποιότητα της εκροής υγρών αποβλήτων.
- Διαχωρισμό ξύλου, υαλοθραυσμάτων, χαρτιού, αλουμινίου και πλαστικών (κιβώτια, φιάλες), ώστε να μεγιστοποιηθεί η δυνατότητα ανακύκλωσής τους. [8], [9]

## 4.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΖΥΘΟΠΟΙΑΣ



*Εικόνα 4.4 Πηγή: Fix Hellas Beer (Ίδρυση: 1864)*

### 4.4.1 Χαρακτηριστικά των αποβλήτων

Στη βιομηχανία μπίρας χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες νερού, από το οποίο το μεγαλύτερο μέρος (65-70%) αποβάλλεται στα υγρά απόβλητα. Στην Ελλάδα, η κατανάλωση ανέρχεται περίπου στα 9 m<sup>3</sup> νερού ανά τόνο μπίρας και το μεγαλύτερο μέρος του (~70%) αποβάλλεται στα υγρά απόβλητα. Ο επιμερισμός της χρήσης νερού έχει ως εξής: παρασκευή μπίρας 20%, καθαριότητα 44,6%, νερό ψύξης 10,8%, άλλες χρήσεις 24,6%. Στη βιομηχανία μπίρας τα περισσότερα υγρά απόβλητα παράγονται κατά τη διαδικασία της εμφιάλωσης (περίπου 60% λόγω πλύσης των φιαλών) και την επεξεργασία της βύνης (περίπου 25%). Το μεγαλύτερο οργανικό φορτίο (BOD<sub>5</sub> και TSS) προέρχεται από τη ζύμωση της μπίρας (59%) και την επεξεργασία της βύνης (28%). Η θερμοκρασία των υγρών αποβλήτων είναι 30-40°C και το pH εξαρτάται από τα χημικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των φιαλών. Ο όγκος των υγρών αποβλήτων που παράγεται ανά μονάδα όγκου παραγόμενης μπίρας, είναι συνάρτηση της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας καθώς και των λειτουργικών χαρακτηριστικών των βιομηχανικών μονάδων.

#### 4.4.2 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT)

Τα σημαντικότερα προβλήματα για τα οποία είναι σκόπιμη η λήψη μέτρων πρόληψης και περιορισμού της ρύπανσης κατά την παραγωγική διαδικασία των μονάδων ζυθοποιίας καθώς και μέτρων ελέγχου της ρύπανσης μετά την παραγωγή, είναι:

- Περιορισμός των απωλειών μύρας.
- Διάθεση στερεών ουσιών που μπορούν να ανακυκλωθούν (όπως ριζίδια, φλοιοί, μαγιά κλπ.) για παρασκευή ζωοτροφών.
- Εξοικονόμηση νερού και ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Μελέτη και σχεδιασμός του δόκιμου τρόπου επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου και αιωρούμενων στερεών.

##### 4.4.2.1 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης

Τα μέτρα πρόληψης και ρύπανσης στον κλάδο της ζυθοποιίας, είναι γενικές, απλές τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν στην παραγωγή. Αφορούν στην εκπαίδευση του προσωπικού σχετικά με τον έλεγχο της ρύπανσης και την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας, στην αυστηρή τήρηση των κανόνων υγιεινής στις εγκαταστάσεις της μονάδας, στην εξέταση του ενδεχόμενου για ενεργειακή ανάλυση και κατάστρωση «χάρτη ενεργειακής κατανάλωσης» για τον προσδιορισμό των εφικτών επιλογών εξοικονόμησης ενέργειας. Λόγω της παρουσίας των υγρών αποβλήτων, πρέπει να γίνεται ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των χημικών καθαριστικών, αρκεί αυτά να μην έχουν χάσει την ισχύ τους και να μην είναι πολύ επιβαρυνμένα σε στερεά, να κατασκευάζεται προστατευτικό τοιχίο γύρω από τις δεξαμενές αποθήκευσης, για την αποφυγή εξάπλωσης διαρροών και διευκόλυνση της συλλογής των διαρροών.

Για τα στερεά απόβλητα, προτείνεται η προώθηση των φλοιών, των ριζιδίων, του εξαντλημένου λυκίσκου, του εξαντλημένου κριθαριού στη βιομηχανία ζωοτροφών. Κατά την παρασκευή ζυθόγλευκους και μύρας πρέπει να εφαρμόζεται βελτιστοποίηση ψύξης αζύμωτης μύρας, με την εγκατάσταση ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας της, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απαιτούμενες ποσότητες νερού ψύξης.

##### 4.4.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης

Ορισμένες σημαντικές τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης είναι:

- Χρήση σαφών κατακράτησης των απορριπτόμενων στερεών αποβλήτων και μη ανάμιξή τους με το ρεύμα των υγρών.
- Συλλογή των επικαθίσεων και των υπολειμμάτων μαγιάς και πώλησής τους για ζωοτροφές ή σε άλλες ζυθοποιίες.
- Διαχωρισμός του ρεύματος υγρών αποβλήτων βυνοποιείου από την υπόλοιπη παραγωγική διαδικασία και η προώθηση των υγρών αποβλήτων σε σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

- Ανάκτηση απώλειας μύρας (π.χ. αστοχίες μονάδας εμφιάλωσης, θράυση φιαλών κλπ.) και ανάμιξή της με τους εξαντλημένους σπόρους κριθαριού ή τους φλοιούς κριθαριού. [8], [9]

## 4.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΖΑΧΑΡΗΣ



*Εικόνα 4.5 Πηγή: Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (Ίδρυση: 1960)*

### 4.5.1 Χαρακτηριστικά των αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας ζάχαρης συνήθως έχουν υψηλό οργανικό φορτίο (BOD= 1.700-7.000 mg/L, COD= 10.000 mg/L), συνολικά αιωρούμενα στερεά έως 5.000 mg/L και υψηλό περιεχόμενο σε άζωτο (υπο μορφή αμμωνίου). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναφέρει ότι ανά τόνο ζάχαρης παράγονται 23 m<sup>3</sup> αποβλήτων, 20kg BOD<sub>5</sub>, και 75kg TSS (Total Suspended Solids).

Τα υγρά απόβλητα διαχωρίζονται σε:

1. Υγρά απόβλητα από διεργασίες καθαρισμού χώρων και εξοπλισμού.
2. Υγρά απόβλητα από παραγωγικές διαδικασίες.

Τα στερεά απόβλητα διαχωρίζονται σε:

1. Στερεά απόβλητα από χώματα κατά την μεταφορά των τεύτλων.
2. Στερεά απόβλητα από διεργασίες παραγωγής.
3. Στερεά απόβλητα από την ασβεστοκάμινο.



## 4.5.2 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT)

### 4.5.2.1 Ρυπαντικοί παράγοντες

Στη παραγωγική διαδικασία των εγκαταστάσεων του κλάδου της ζάχαρης, δημιουργούνται περιβαλλοντικά προβλήματα, λόγω της παραγωγής υγρών, στερεών και αέριων αποβλήτων. Τα σημαντικότερα όμως προβλήματα για τα οποία είναι σκόπιμη η λήψη μέτρων πρόληψης και περιορισμού της ρύπανσης κατά την παραγωγική διαδικασία καθώς και μέτρων ελέγχου της ρύπανσης μετά την παραγωγή, είναι:

- Σημαντική κατανάλωση και απώλειες νερού και ενέργειας στα στάδια της μεταφοράς / έκπλυσης και συμπύκνωσης.
- Σημαντική κατανάλωση ενέργειας στα στάδια της κρυστάλλωσης. Υψηλό οργανικό φορτίο και αιωρούμενα στερεά ως SS σε εργοστάσια που δεν εφαρμόζουν τεχνικές ανακύκλωσης / επαναχρησιμοποίησης.
- Υψηλή συγκέντρωση σε ασβέστιο της λάσπης του φίλτρου.
- Μεγάλες αυξομειώσεις του pH των υγρών αποβλήτων από τα στάδια μεταφοράς / έκπλυσης.
- Εκπομπή στερεών ουσιών που μπορούν να ανακυκλωθούν ή να διατεθούν σαν ζωοτροφές.

### 4.5.2.2 Τεχνικές πρόληψης και ρύπανσης

Οι προτεινόμενοι κανόνες πρόληψης της ρύπανσης που είναι ιδιαίτεροι για τον κλάδο αναλόγως με το είδος των αποβλήτων. Αυτοί αφορούν:

- Στην εγκατάσταση συστημάτων ξηρής μεταφοράς τεύτλων που συνεπάγεται μείωση απωλειών σακχάρων κατά τις διεργασίες μεταφοράς και έκπλυσης τεύτλων.
- Στη μείωση βιολογικού φορτίου αποβλήτων.
- Στη μείωση της τάξεως του 10% κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Στην ανακύκλωση νερών μεταφοράς με διάθεση στο έδαφος των νερών που περισσεύουν. Η ανακύκλωση αυτή περιλαμβάνει εσχάρωση, μείωση αιωρούμενων στερεών και έλεγχός τους στο ρεύμα ανακύκλωσης, ρύθμιση pH για ελάττωση των οσμών, βακτηριακών πληθυσμών και αφρισμού.
- Στη μείωση της κατανάλωσης νερού ή ανακύκλωση των νερών του συμπυκνωτή.
- Στη διάθεση στο έδαφος των νερών που περισσεύουν.
- Στην εισαγωγή συστημάτων ελέγχου για την αριστοποίηση και προτυποποίηση συνθηκών στην εκχύλιση και κρυστάλλωση.
- Στο χειρισμό των υπολοίπων εκροών αποβλήτων μέσα στο εργοστάσιο με ανάλογη επεξεργασία και μετέπειτα διάθεση στο έδαφος.
- Στη δημιουργία ολοκληρωμένου συστήματος εξοικονόμησης ενέργειας με ανάλυση ενεργειακών απαιτήσεων και ενδεχομένως χρήση μεμβρανών ή συσκευών υπερδιήθησης για μερική αντικατάσταση συμπυκνωτών.

#### 4.5.2.3 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης

Οι προτεινόμενες μέθοδοι περιορισμού της ρύπανσης, συνοψίζονται στις εξής:

- Η επαναχρησιμοποίηση των συμπυκνωμάτων των ατμών για εξοικονόμηση νερού.
- Η χρήση σύγχρονου συστήματος αποκονίωσης στον χώρο ενσάκκισης ζάχαρης με μειωμένες απώλειες ζάχαρης (αιωρούμενα στερεά) και χρήση φίλτρου κατακράτησης στερεών.
- Μείωση της κατανάλωσης νερού και υγρών αποβλήτων μέσω της εγκατάστασης κλειστών κυκλωμάτων ανακύκλωσης νερού (μεταφοράς και πλύσης τεύτλων, βαρομετρικού νερού, νερού ψύξης κ.α.).
- Ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση υλικών συσκευασίας με διαχωρισμό ξύλου, υαλοθραυσμάτων, χαρτιού, αλουμινίου και πλαστικών (κιβώτια, φιάλες), ώστε να μεγιστοποιηθεί η δυνατότητα ανακύκλωσής τους.
- Βελτίωση των λειτουργικών χαρακτηριστικών των συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (για τη μείωση των ανεπιθύμητων συστατικών στην εκροή) με την εγκατάσταση επιφανειακών αεριστήρων για την αερόβια οξειδωση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων σε επιλεγμένες χωματοδεξαμενές.
- Η διάθεση της λάσπης καθίζησης σε αγροτικές εκτάσεις ή ως χωματοκάλυψη (π.χ. σε ΧΥΤΑ, έργα ανάπλασης αστικών περιοχών κλπ.) [8], [9]

## 4.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΝΣΕΡΒΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ



*Εικόνα 4.6 Πηγή: Βιομηχανία Επεξεργασίας Φρούτων Αφοί Χριστοδούλου Α.Ε. (Ίδρυση: 1955)*

### 4.6.1 Χαρακτηριστικά των αποβλήτων

Η βιομηχανία φρούτων και λαχανικών παράγει μεγάλους όγκους υγρών αποβλήτων, λόγω της κατανάλωσης μεγάλης ποσότητας νερού στην παραγωγική διαδικασία. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο και αιωρούμενα στερεά, εξαρτώμενο κυρίως από την κατάσταση της πρώτης ύλης και τον τρόπο εκφόρτωσης και διακίνησής της. Η αποδόμηση του οργανικού φορτίου, δημιουργεί σοβαρό τεχνικό πρόβλημα, λόγω του μεγάλου μεγέθους των απαιτούμενων εγκαταστάσεων επεξεργασίας ή του μη σωστού σχεδιασμού των εγκαταστάσεων.

Οι τιμές BOD<sub>5</sub> είναι αυξημένες λόγω της παρουσίας ποικίλων βιοαποδομήσιμων οργανικών ουσιών που προέρχονται από την φυτική πρώτη ύλη. Οι τιμές του COD είναι σχετικά αυξημένες και οφείλονται κυρίως στην παρουσία βιολογικά μη οξειδώσιμων οργανικών ουσιών, καθώς και στην παρουσία μαζούτ και ελαίων μηχανών. Το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού οργανικού φορτίου οφείλεται σε αιωρούμενα και σε κολλοειδούς διασποράς υλικά και σε μικρότερο ποσοστό σε διαλυμένα συστατικά. Τα αιωρούμενα και σε κολλοειδή διασπορά υλικά αντιπροσωπεύουν το 60% περίπου του συνολικού BOD και το 70% του COD, με βάση τις συνθήκες λειτουργίας των μονάδων στην Ελλάδα.

Γενικά, δεν περιέχονται τοξικές και επικίνδυνες ουσίες, σε ανιχνεύσιμες συγκεντρώσεις, ούτε παθογόνοι μικροοργανισμοί. Επίσης, είναι πιθανό να περιέχονται υπολείμματα εντομοκτόνων που προέρχονται από το πλύσιμο των πρώτων υλών (σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις).

Τέλος, ο όγκος και η ποιότητα των υγρών αποβλήτων εξαρτάται έμμεσα από τις καιρικές συνθήκες της περιοχής που επηρεάζουν την ποιότητα και την κατάσταση της πρώτης ύλης και μπορεί να εμφανίσει διακυμάνσεις μέσα σε μια περίοδο λειτουργίας της μονάδας ή ακόμα και μέσα σε διαστήματα της ίδιας μέρας. Γι' αυτό το λόγο, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων πρέπει να είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν μεγάλους όγκους αποβλήτων σε έκτακτες καταστάσεις.

#### 4.6.2 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT)

Τα σημαντικότερα προβλήματα για τα οποία είναι σκόπιμη ή λήψη μέτρων πρόληψης και περιορισμού κατά την παραγωγική διαδικασία καθώς και μέτρων ελέγχου της ρύπανσης μετά την παραγωγή, είναι:

- Σημαντική κατανάλωση και απώλειες νερού στα στάδια της μεταφοράς / έκπλυσης και συμπύκνωσης, καθώς και στα στάδια της πλύσης, αποστείρωσης και ψύξης των δοχείων κονσερβοποίησης.
- Σημαντική κατανάλωση ενέργειας στα στάδια της παστερίωσης και συμπύκνωσης.
- Υψηλό οργανικό φορτίο και αιωρούμενα στερεά απόβλητα εργοστασιών που δεν εφαρμόζουν τεχνικές ανακύκλωσης / επαναχρησιμοποίησης.
- Μεγάλος όγκος στερεών αποβλήτων από τα στάδια αποφλοιώσης, τεμαχισμού και καθαρισμού της πρώτης ύλης.
- Παραγωγή στερεών ουσιών που μπορούν να αξιοποιηθούν ή να διατεθούν σαν ζωοτροφές.

##### 4.6.2.1 Τεχνικές πρόληψης της ρύπανσης

Οι τεχνικές πρόληψης της ρύπανσης που προτείνονται, αφορούν στα εξής:

- Προμήθεια καθαρών ακατέργαστων φρούτων και λαχανικών ώστε να περιορίζεται η ρύπανση του σταδίου παραλαβής (υγρά απόβλητα με υψηλό οργανικό φορτίο, αιωρούμενα στερεά, βιοαποδομήσιμα τμήματα πρώτης ύλης και ξένες ύλες (χώμα, φύλλα κλπ.).
- Χρήση στεγνών μεθόδων, όπως δόνηση ή αέριος ψεκασμός για τον καθαρισμό των ακατέργαστων φρούτων και λαχανικών και εφαρμογή συστημάτων χαμηλής παροχής - υψηλής πίεσης νερού.
- Κατά τη μεταφορά πρώτων υλών από τη γραμμή παραγωγής, τα υγρά απόβλητα που εμφανίζονται περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο, αιωρούμενα στερεά και αποσπώμενα τμήματα πρώτης ύλης, πρέπει να γίνεται χρήση ανακυκλωμένου νερού από άλλη διεργασία κατά την υδρομεταφορά.
- Περιορισμός της υδρομεταφοράς της πρώτης ύλης στη μονάδα με αντικατάσταση της υδραυλικής μεταφοράς με μεταφορικές ταινίες ή μεταφορά πεπιεσμένου αέρα.
- Εγκατάσταση ολοκληρωμένου συστήματος ανακύκλωσης στην παραγωγική διαδικασία, ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των νερών συμπύκνωσης και των νερών μεταφοράς / έκπλυσης.
- Αυστηρή τήρηση των κανόνων υγιεινής στις εγκαταστάσεις της μονάδας και στην ποιότητα του ανακυκλωμένου νερού πλύσης της πρώτης ύλης.
- Ανάλυση των αναγκών της μονάδας σε νερό και ενέργεια.
- Ο εκσυγχρονισμός και η συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού.
- Η εφαρμογή προγράμματος παρακολούθησης, ελέγχου και συντήρησης των υπαρχόντων συστημάτων αντιμετώπισης της ρύπανσης.

#### 4.6.2.2 Τεχνικές περιορισμού της ρύπανσης

Για τον περιορισμό της ρύπανσης, λόγω του μεγάλου όγκου των αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο και αιωρούμενα στερεά, προτείνονται τα εξής:

- Να εφαρμόζεται διαχωρισμός ρευμάτων αποβλήτων και επιλογή κατάλληλου σχήματος επεξεργασίας, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της μονάδας για τη μείωση των χοντρών στερεών και τη μείωση του BOD<sub>5</sub> και των SS.
- Να επιλέγεται κατάλληλο σχήμα επεξεργασίας της ιλύος.
- Να ορίζεται υπεύθυνος για τη συντήρηση και την καλή λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.
- Να γίνεται περιορισμός της υδρομεταφοράς της πρώτης ύλης στη μονάδα και συγχρόνως εσχαρισμός απορροών, με σκοπό τη μη ανάμιξη των απορριπτόμενων στερεών με το ρεύμα των υγρών αποβλήτων.
- Για την εξοικονόμηση της ενέργειας και των απωλειών, να εφαρμόζεται εξοικονόμηση ατμού. [8], [9]

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΪΣ”

#### Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, παραθέτονται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο εργοστάσιο της Ελαΐς στο Ν.Φάληρο. Κατά τις μετρήσεις αυτές, ελέγξαμε την ποιότητα της τάσης και του ρεύματος σε συγκεκριμένα σημεία του εργοστασίου που θεωρούνται ζωτικής σημασίας, καθώς είναι και οι κύριες καταναλώσεις. Επίσης, παρατηρήθηκαν οι αρμονικές που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της παραγωγής. Η μετρήσεις έγιναν με τον αναλυτή ενέργειας Power Quality Analyzer Plus MI 2292 της εταιρείας Metrel.

Τα σημεία που επιλέγηκαν προς μέτρηση, είναι:

- ✓ Ο πίνακας που τροφοδοτεί τους δυο αεροσυμπιεστές και
- ✓ Ο πίνακας που τροφοδοτεί την ραφινερί.

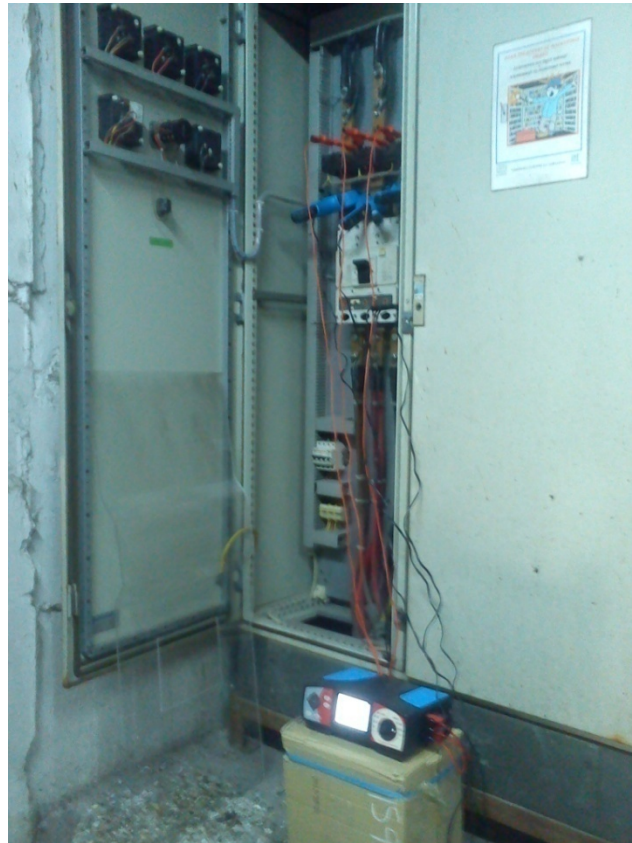
Οι αεροσυμπιεστές αυτοί, αποτελούν σημαντική εγκατάσταση παροχής ενέργειας. Είναι συχνά, μείζονες εξοπλισμοί κατανάλωσης ενέργειας και επομένως, η απόδοσή τους έχει σημαντική επίδραση στο συνολικό λειτουργικό κόστος του εργοστασίου.

Από τον πίνακα της ραφινερί τροφοδοτούνται όλοι οι κινητήρες, όλες οι αντλίες, όλοι οι αναδευτήρες και όλα τα inverters που υπάρχουν στον χώρο της ραφινερί.

## 5.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ATLAS COPCO

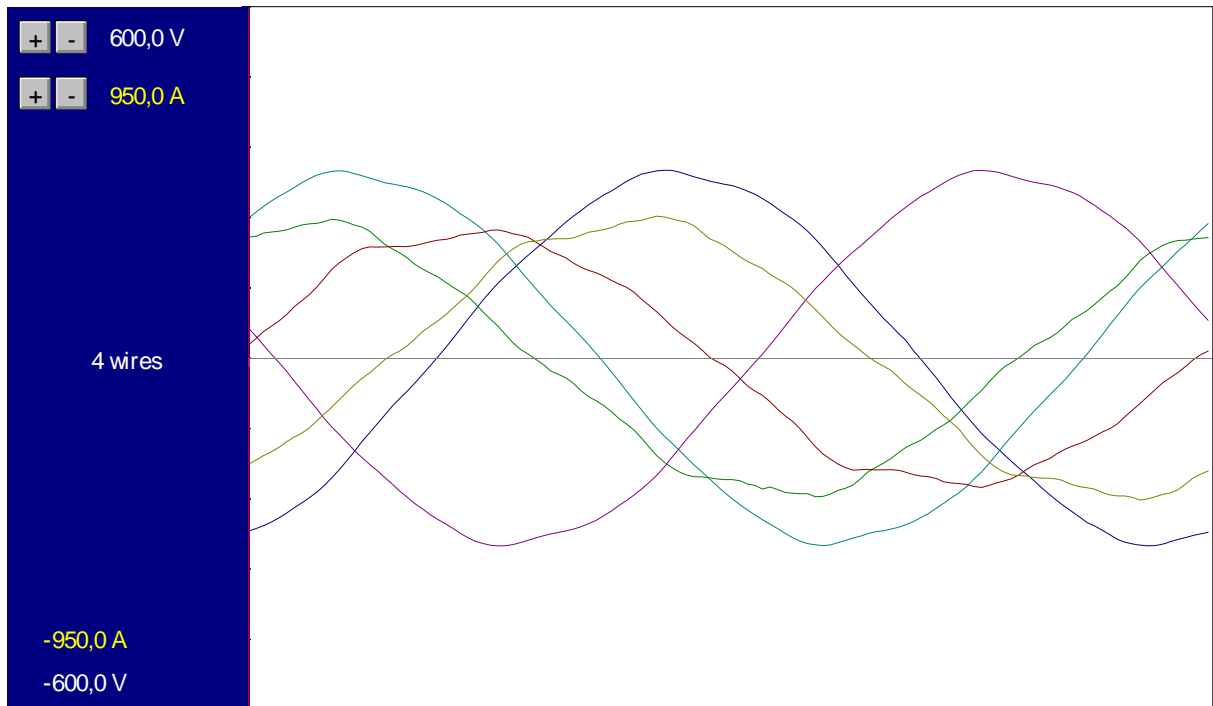


*Εικόνα 5.1: Οι δυο αεροσυμπιεστές Atlas Copco του εργοστασίου*



*Εικόνα 5.2: Μετρήσεις στον πίνακα των αεροσυμπιεστών*

## 5.1.1 Online μετρήσεις



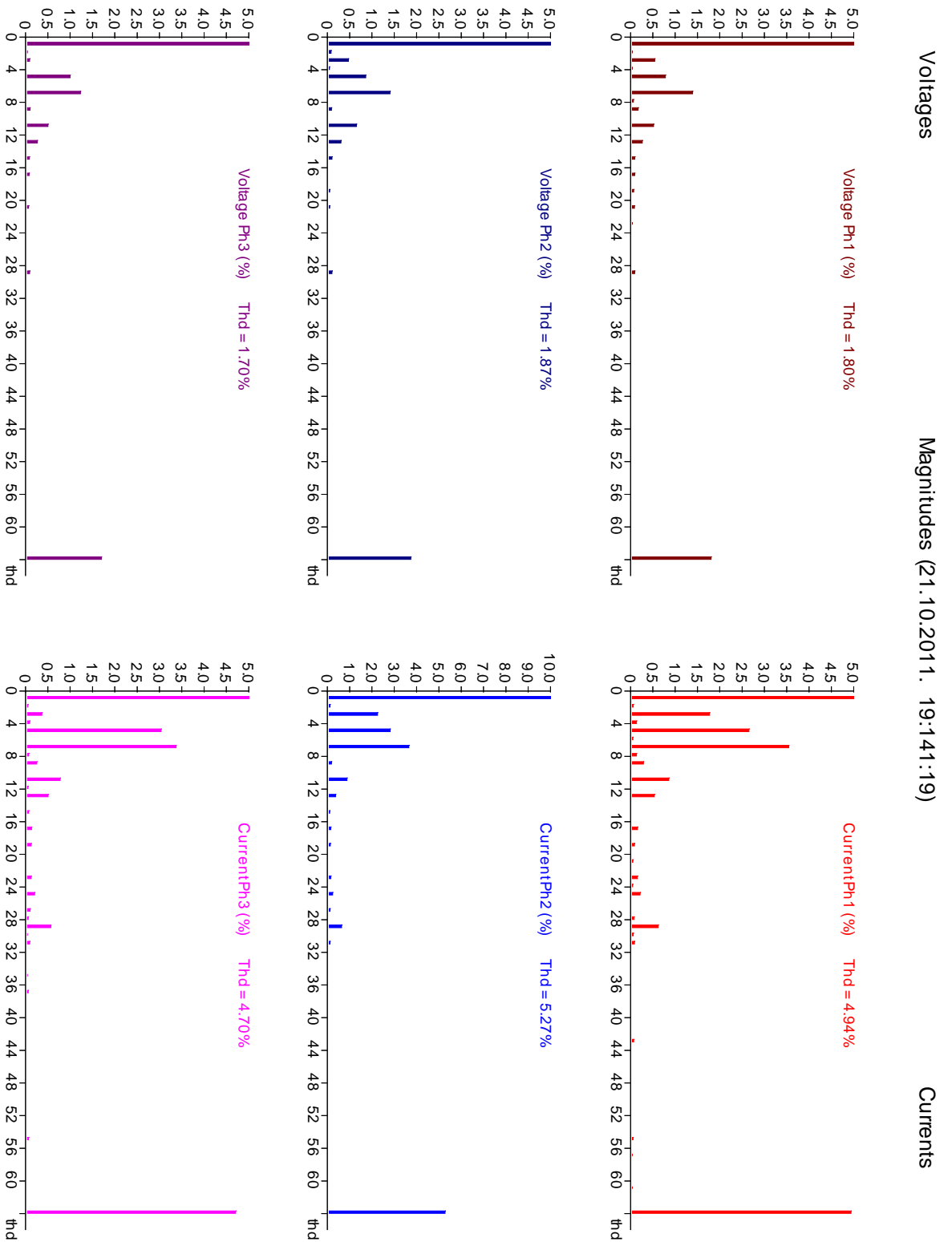
Σχήμα 5.1: Online κυματομορφές τάσεων και ρευμάτων

U1	I1	U2	I2	U3	I3
279,5	-334	-272,4	-84,6	-1,1	245,7
271,8	-341,9	-280,7	-105,3	13,4	232,6
263,8	-349,2	-289,1	-123,3	27,8	221,9
255,6	-352,9	-296,9	-137,1	42,9	212,5
247,3	-356,6	-303,3	-154,5	58,5	199
237,7	-361,7	-309,1	-174,9	74,7	183,5
226,5	-372,7	-314,8	-198,1	90,8	168,8
215,3	-376,7	-319,1	-218,3	106,8	154,8
202,4	-376,4	-320,5	-235,4	121,8	137,1
186,9	-373,3	-321,3	-254,3	135,6	115,7
170,4	-373,7	-320	-272,3	149,6	96,8
154,1	-368,5	-317,2	-285,7	162,8	79,4
138,5	-355	-313,5	-291,8	174,4	59,5
122,5	-336,7	-308,2	-295,2	186,7	38,5
105,4	-323,9	-304,4	-298,3	198	21,4
90,8	-311,7	-300,1	-297,9	209,8	10,1
76,7	-296,4	-296,5	-294	220,7	-1,5
62,7	-277,2	-293,7	-290,6	231,9	-16,2
48,9	-261,9	-290,1	-292,8	242,3	-34,2
35,5	-248,8	-286,3	-296,4	254,4	-49,1
20,6	-238,1	-283,1	-297,6	263	-63,2
6,6	-223,8	-278,1	-300,1	271,8	-79,1
-7,9	-210,3	-271,6	-304,4	280,1	-97,1
-22,9	-198,4	-263,5	-312,9	288,6	-117,2
-38,1	-188,4	-256	-319,6	296,5	-133,1



-54,6	-175,8	-248,1	-323,3	302,8	-150,5
-70,2	-158,1	-238,5	-326,3	309,7	-170,6
-87,2	-142,3	-228,9	-334	315,1	-194,2
-102,9	-123,9	-217,7	-340,4	320,5	-217,4
-117,9	-104,4	-205,4	-342,2	322,5	-238,7
-132,9	-82,7	-192,1	-341,6	323,3	-260,1
-146,3	-62	-176,5	-341	322,7	-279,3
-159,5	-45,5	-160,8	-340,1	320,3	-296,4
-171,2	-26,9	-145,1	-332,1	317	-305
-183,1	-7,9	-130,2	-319,6	312	-313,5
-194,1	11,3	-114,6	-306,8	307,4	-318,7
-205,1	21,7	-98,8	-298,6	303,9	-320,8
-215,4	30,5	-84,5	-289,1	300,2	-319
-226,2	43,7	-71,7	-273,8	296,3	-316,9
-236,4	59,2	-58	-259,8	293	-318,7
-246,7	74,5	-44,2	-248,8	290,5	-323,3
-257,9	84,6	-31,1	-240,9	286,3	-325,7
-266,7	97,7	-16,9	-232,3	281,8	-328,5

*Πίνακας 5.1: Μεγέθη των παραπάνω τάσεων και ρευμάτων*



Σχήμα 5.2: Αρμονικές τάσεων και ρευμάτων για τις τρεις φάσεις

5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΙΣ

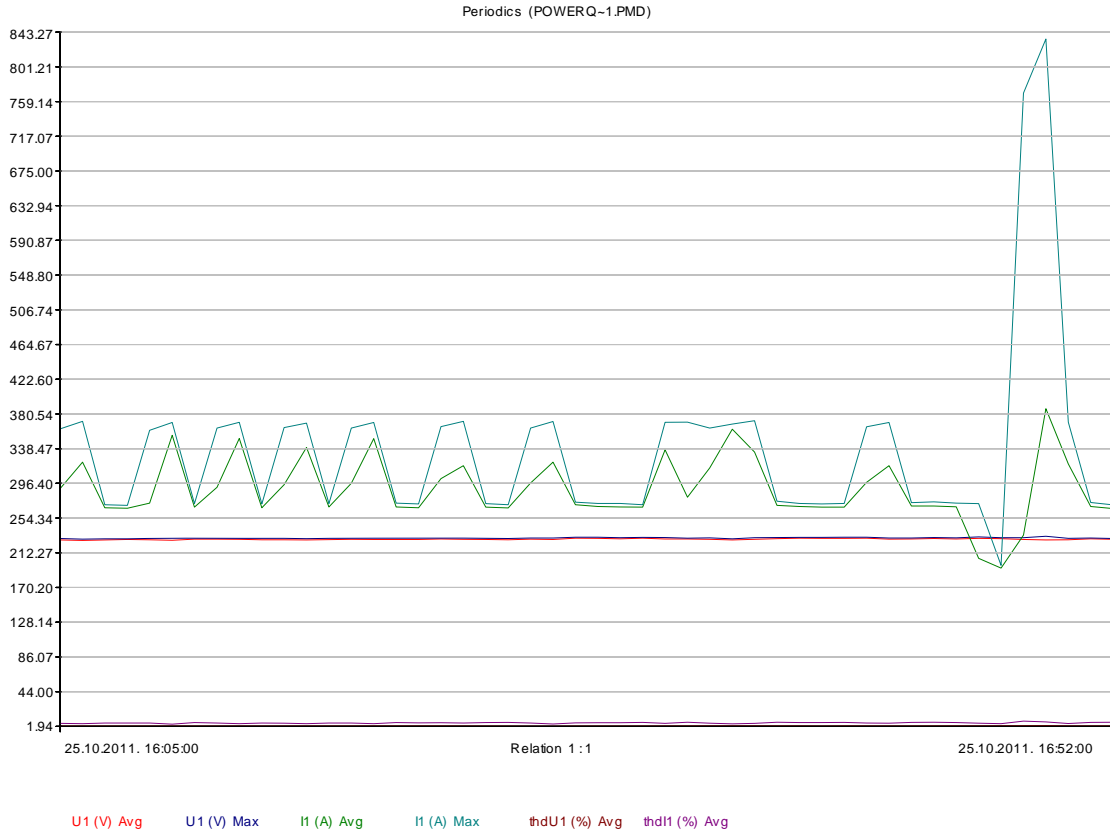
	U1 (%)	U1 (V)	I1 (%)	I1 (A)	U2 (%)	U2 (V)	I2 (%)	I2 (A)	U3 (%)	U3 (V)	I3 (%)	I3 (A)
0	0,07	0,15	0,05	0,11	0,01	0,01	0,13	0,32	0,01	0,02	0,07	0,17
1	100	224,43	100	252,97	100	223,03	100	241,06	100	224,34	100	257,93
2	0,04	0,09	0,1	0,25	0,02	0,05	0,08	0,2	0,02	0,04	0,1	0,27
3	0,48	1,09	1,58	4,01	0,39	0,87	2,02	4,87	0,08	0,19	0,26	0,66
4	0,04	0,09	0,02	0,05	0,05	0,1	0,17	0,4	0,04	0,08	0,14	0,35
5	0,86	1,93	2,92	7,38	0,94	2,1	3,08	7,44	1,15	2,59	3,4	8,78
6	0,06	0,13	0,09	0,23	0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,05	0,1	0,25
7	1,3	2,92	3,52	8,9	1,36	3,03	3,64	8,77	1,26	2,82	3,4	8,77
8	0,07	0,16	0,12	0,29	0,12	0,26	0,19	0,47	0,03	0,06	0,09	0,24
9	0,2	0,46	0,29	0,73	0,1	0,21	0,17	0,41	0,08	0,19	0,27	0,69
10	0,06	0,13	0,06	0,14	0,05	0,11	0,11	0,25	0,02	0,05	0,02	0,06
11	0,53	1,2	0,7	1,77	0,68	1,51	0,82	1,98	0,51	1,14	0,76	1,97
12	0,03	0,07	0,05	0,13	0,02	0,05	0,01	0,04	0,02	0,06	0,03	0,07
13	0,27	0,6	0,69	1,74	0,25	0,55	0,63	1,51	0,26	0,57	0,62	1,6
14	0,03	0,06	0,03	0,08	0,01	0,01	0,04	0,09	0,02	0,05	0,02	0,06
15	0,06	0,14	0,09	0,23	0,08	0,17	0,06	0,14	0,07	0,16	0,02	0,06
16	0,01	0,03	0,04	0,11	0,03	0,06	0,03	0,06	0,02	0,05	0,03	0,08
17	0,08	0,17	0,07	0,18	0,04	0,08	0,06	0,14	0,08	0,19	0,05	0,14
18	0,02	0,05	0,04	0,1	0,01	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,05	0,13
19	0,02	0,04	0,09	0,23	0,05	0,11	0,13	0,3	0,02	0,05	0,13	0,34
20	0,01	0,02	0,02	0,06	0,02	0,05	0,01	0,03	0,02	0,04	0,01	0,03
21	0,05	0,1	0,04	0,11	0,03	0,06	0,03	0,07	0,04	0,09	0,03	0,08
22	0,02	0,04	0,04	0,1	0,03	0,07	0,05	0,12	0,03	0,07	0,02	0,05
23	0,02	0,05	0,08	0,21	0,04	0,08	0,09	0,21	0,03	0,08	0,15	0,39
24	0,02	0,05	0,01	0,02	0,02	0,06	0,05	0,13	0,02	0,05	0,03	0,09
25	0,05	0,11	0,22	0,55	0,05	0,11	0,24	0,58	0,03	0,07	0,19	0,5
26	0	0	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,07	0,02	0,05	0,05	0,14
27	0,06	0,14	0,01	0,02	0,05	0,12	0,12	0,28	0,03	0,07	0,15	0,39
28	0,02	0,05	0,07	0,19	0,02	0,05	0,08	0,19	0	0,01	0,06	0,14
29	0,08	0,17	0,59	1,5	0,11	0,25	0,63	1,52	0,07	0,15	0,5	1,29
30	0,03	0,08	0,05	0,14	0,01	0,03	0,06	0,14	0,01	0,02	0,01	0,03
31	0,01	0,02	0,08	0,2	0	0,01	0,11	0,25	0,03	0,06	0,06	0,15
32	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04
33	0,01	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,05	0,01	0,03	0,03	0,09
34	0,02	0,05	0,03	0,07	0,01	0,02	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	0,06
35	0,04	0,1	0,03	0,07	0,03	0,08	0,01	0,02	0,03	0,06	0	0,01

64	1,77	0	5	0	1,86	0	5,34	0	1,81	0	4,97	0
----	------	---	---	---	------	---	------	---	------	---	------	---

*Πίνακας 5.2: Μεγέθη των παραπάνω αρμονικών*

### 5.1.2 Power Quality (Ποιότητα ισχύος)

Η παρακολούθηση της ποιότητας ισχύος γίνεται για να χαρακτηριστούν οι διακυμάνσεις της σε συγκεκριμένες τοποθεσίες του συστήματος σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Οι απαιτήσεις της παρακολούθησης αυτής εξαρτώνται άμεσα από το συγκεκριμένο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί.



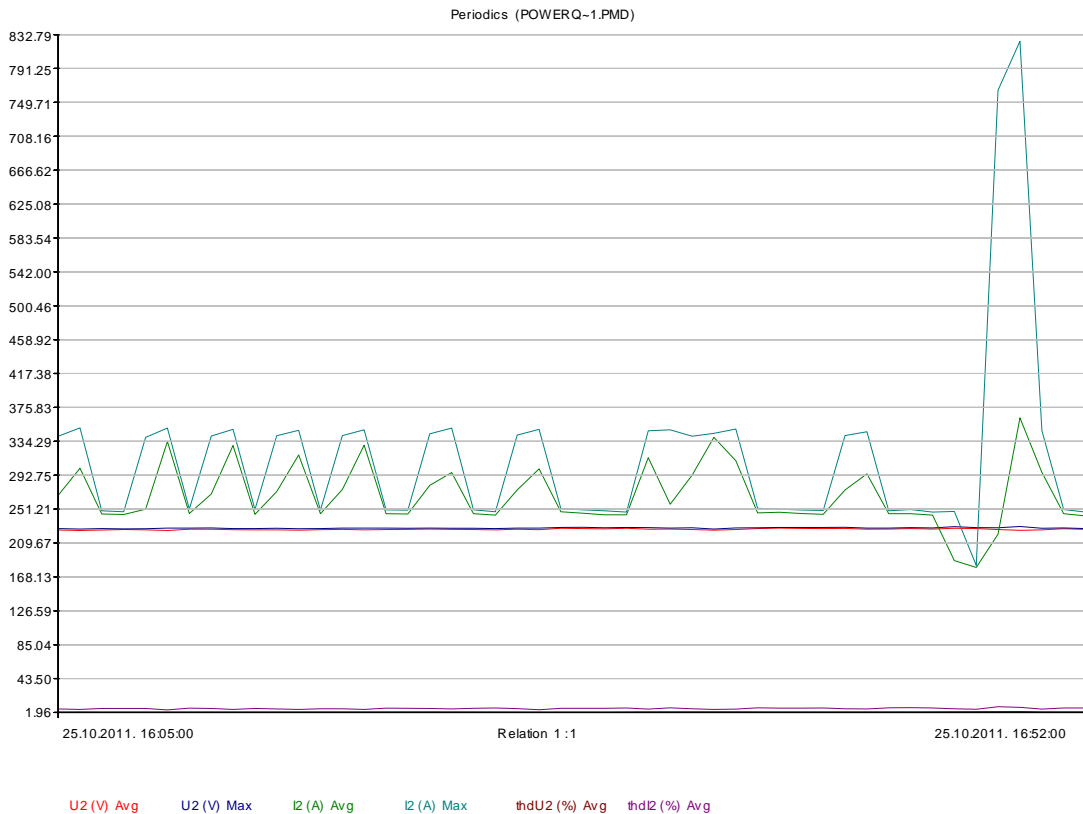
**Σχήμα 5.3:** Η τάση, το ρεύμα και η ολική αρμονική παραμόρφωση αυτών, για την φάση L1

U1 (V)		I1 (A)		thdU1		thdI1	
218,57 - 220,78	0,11%	117,22 - 124,55	0,25%	1,60 - 1,76	0,31%	3,36 - 3,52	0,09%
220,78 - 222,99	0,20%	183,16 - 190,49	0,06%	1,76 - 1,92	3,06%	3,52 - 3,68	0,10%
225,20 - 227,40	7,71%	190,49 - 197,82	5,18%	1,92 - 2,08	13,31%	3,68 - 3,84	0,32%
227,40 - 229,61	73,46%	256,43 - 263,76	0,53%	2,08 - 2,24	27,45%	3,84 - 4,00	0,50%
229,61 - 231,82	18,46%	263,76 - 271,08	65,09%	2,24 - 2,40	28,99%	4,00 - 4,16	1,01%
231,82 - 234,03	0,04%	271,08 - 278,41	2,64%	2,40 - 2,56	17,62%	4,16 - 4,32	1,70%
		278,41 - 285,74	0,11%	2,56 - 2,72	5,67%	4,32 - 4,48	2,30%
		285,74 - 293,06	0,09%	2,72 - 2,88	2,00%	4,48 - 4,64	3,04%
		293,06 - 300,39	0,07%	2,88 - 3,04	0,77%	4,64 - 4,80	4,13%
		300,39 - 307,72	0,05%	3,04 - 3,20	0,12%	4,80 - 4,96	4,37%
		307,72 - 315,04	0,04%	3,20 - 3,36	0,12%	4,96 - 5,12	4,26%
		315,04 - 322,37	0,03%	3,36 - 3,52	0,12%	5,12 - 5,28	4,18%
		322,37 - 329,70	0,02%	3,52 - 3,68	0,13%	5,28 - 5,44	4,50%
		329,70 - 337,02	0,05%	3,68 - 3,84	0,13%	5,44 - 5,60	4,48%
		337,02 - 344,35	0,02%	3,84 - 4,00	0,02%	5,60 - 5,76	4,42%

5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΙΣ

	344,35 - 351,68	0,12%	4,00 - 4,16	0,02%	5,76 - 5,92	5,05%
	351,68 - 359,00	3,44%	4,16 - 4,32	0,06%	5,92 - 6,08	5,64%
	359,00 - 366,33	18,01%	4,32 - 4,48	0,01%	6,08 - 6,24	6,72%
	366,33 - 373,65	3,82%	4,80 - 4,96	0,06%	6,24 - 6,40	7,13%
	666,72 - 674,04	0,01%	4,96 - 5,12	0,01%	6,40 - 6,56	6,93%
	674,04 - 681,37	0,01%	5,44 - 5,60	0,01%	6,56 - 6,72	7,34%
	696,02 - 703,35	0,01%	5,76 - 5,92	0,01%	6,72 - 6,88	6,53%
	718,00 - 725,33	0,01%			6,88 - 7,04	4,65%
	739,98 - 747,31	0,01%			7,04 - 7,20	3,40%
	747,31 - 754,64	0,01%			7,20 - 7,36	2,55%
	754,64 - 761,96	0,01%			7,36 - 7,52	1,73%
	769,29 - 776,62	0,01%			7,52 - 7,68	1,01%
	783,94 - 791,27	0,02%			7,68 - 7,84	0,61%
	791,27 - 798,60	0,02%			7,84 - 8,00	0,48%
	798,60 - 805,92	0,02%			8,00 - 8,16	0,25%
	805,92 - 813,25	0,02%			8,16 - 8,32	0,08%
	813,25 - 820,58	0,05%			8,32 - 8,48	0,04%
					8,48 - 8,64	0,07%
					10,24 - 10,40	0,01%
					10,88 - 11,04	0,01%
					11,52 - 11,68	0,01%
					12,64 - 12,80	0,01%
					12,96 - 13,12	0,02%

**Πίνακας 5.3:** Στατιστικές για την φάση L1

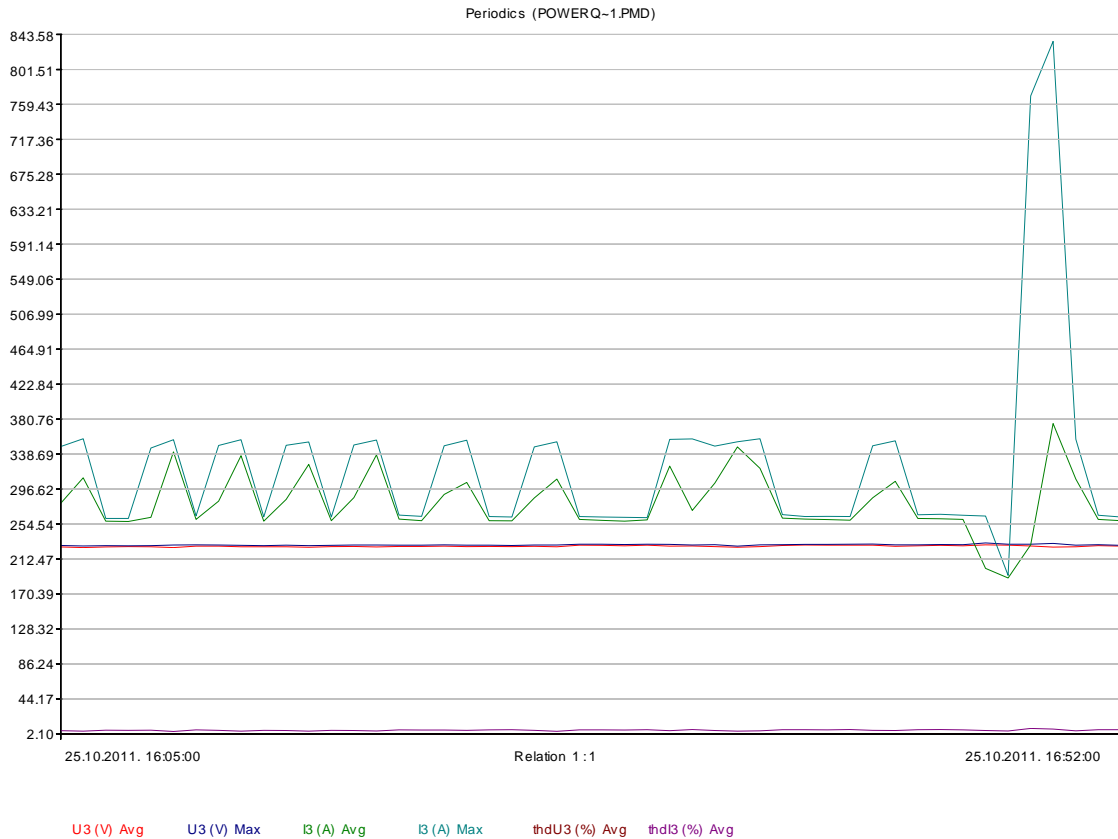


**Σχήμα 5.4:** Η τάση, το ρεύμα και η ολική αρμονική παραμόρφωση αυτών, για την φάση L2

U2 (V)		I2 (A)		thdU2		thdI2	
214,39 - 216,60	0,07%	102,57 - 109,90	0,02%	1,60 - 1,76	0,35%	3,68 - 3,84	0,03%
216,60 - 218,81	0,19%	109,90 - 117,22	0,23%	1,76 - 1,92	3,05%	3,84 - 4,00	0,14%
218,81 - 221,02	0,06%	161,18 - 168,51	0,04%	1,92 - 2,08	13,02%	4,00 - 4,16	0,22%
221,02 - 223,23	0,07%	168,51 - 175,84	0,02%	2,08 - 2,24	27,34%	4,16 - 4,32	0,41%
223,23 - 225,44	15,91%	175,84 - 183,16	5,18%	2,24 - 2,40	30,09%	4,32 - 4,48	0,87%
225,44 - 227,65	71,14%	227,12 - 234,45	0,02%	2,40 - 2,56	16,10%	4,48 - 4,64	1,29%
227,65 - 229,86	12,55%	234,45 - 241,78	1,03%	2,56 - 2,72	6,36%	4,64 - 4,80	2,29%
		241,78 - 249,10	65,60%	2,72 - 2,88	1,57%	4,80 - 4,96	2,49%
		249,10 - 256,43	1,61%	2,88 - 3,04	0,97%	4,96 - 5,12	3,16%
		256,43 - 263,76	0,12%	3,04 - 3,20	0,38%	5,12 - 5,28	3,71%
		263,76 - 271,08	0,08%	3,20 - 3,36	0,08%	5,28 - 5,44	3,90%
		271,08 - 278,41	0,07%	3,36 - 3,52	0,05%	5,44 - 5,60	3,43%
		278,41 - 285,74	0,05%	3,52 - 3,68	0,03%	5,60 - 5,76	3,55%
		285,74 - 293,06	0,04%	3,68 - 3,84	0,09%	5,76 - 5,92	2,89%
		293,06 - 300,39	0,03%	3,84 - 4,00	0,16%	5,92 - 6,08	3,47%
		300,39 - 307,72	0,02%	4,00 - 4,16	0,06%	6,08 - 6,24	3,49%
		307,72 - 315,04	0,05%	4,16 - 4,32	0,04%	6,24 - 6,40	3,63%
		315,04 - 322,37	0,03%	4,32 - 4,48	0,02%	6,40 - 6,56	4,44%
		322,37 - 329,70	0,41%	4,48 - 4,64	0,02%	6,56 - 6,72	4,95%
		329,70 - 337,02	3,98%	4,64 - 4,80	0,02%	6,72 - 6,88	5,49%
		337,02 - 344,35	17,18%	4,80 - 4,96	0,03%	6,88 - 7,04	5,97%
		344,35 - 351,68	3,81%	4,96 - 5,12	0,03%	7,04 - 7,20	6,53%
		659,39 - 666,72	0,01%	5,12 - 5,28	0,01%	7,20 - 7,36	7,23%
		666,72 - 674,04	0,01%	5,28 - 5,44	0,01%	7,36 - 7,52	6,58%
		696,02 - 703,35	0,01%	5,60 - 5,76	0,07%	7,52 - 7,68	5,29%
		718,00 - 725,33	0,01%	6,24 - 6,40	0,01%	7,68 - 7,84	3,99%
		732,66 - 739,98	0,01%	6,56 - 6,72	0,01%	7,84 - 8,00	2,86%
		739,98 - 747,31	0,01%			8,00 - 8,16	2,26%
		747,31 - 754,64	0,01%			8,16 - 8,32	1,88%
		754,64 - 761,96	0,01%			8,32 - 8,48	1,19%
		761,96 - 769,29	0,01%			8,48 - 8,64	0,77%
		769,29 - 776,62	0,01%			8,64 - 8,80	0,49%
		776,62 - 783,94	0,01%			8,80 - 8,96	0,22%
		783,94 - 791,27	0,02%			8,96 - 9,12	0,06%
		791,27 - 798,60	0,02%			9,12 - 9,28	0,09%
		798,60 - 805,92	0,02%			9,28 - 9,44	0,05%
		805,92 - 813,25	0,05%			9,44 - 9,60	0,08%
		813,25 - 820,58	0,01%			9,60 - 9,76	0,07%

Πίνακας 5.4: Στατιστικές για την φάση L2

5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΙΣ



Σχήμα 5.5: Η τάση, το ρεύμα και η ολική αρμονική παραμόρφωση αυτών, για την φάση L3

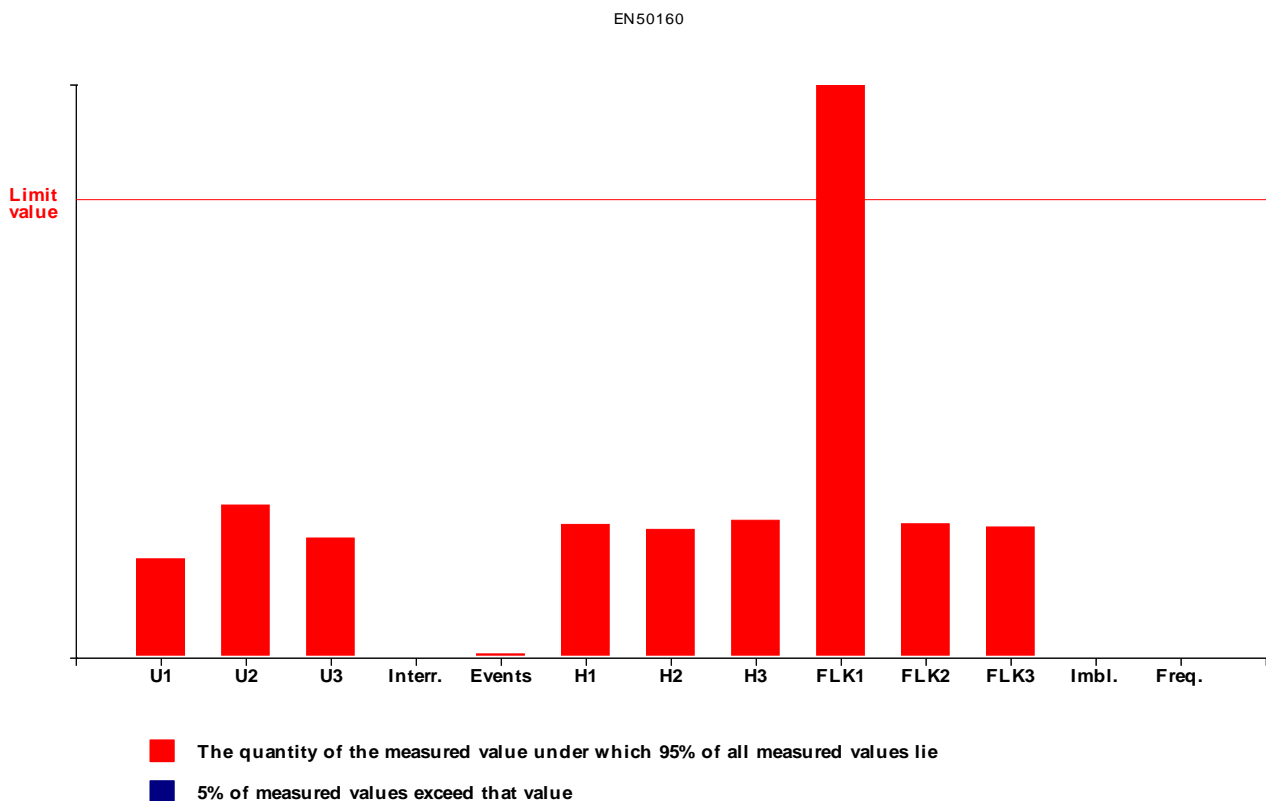
U3 (V)		I3 (A)		thdU3		thdI3	
218,81 - 221,02	0,24%	117,22 - 124,55	0,04%	1,60 - 1,76	0,02%	3,52 - 3,68	0,02%
221,02 - 223,23	0,08%	124,55 - 131,88	0,21%	1,76 - 1,92	0,62%	3,68 - 3,84	0,03%
223,23 - 225,44	1,42%	183,16 - 190,49	4,63%	1,92 - 2,08	4,61%	3,84 - 4,00	0,17%
225,44 - 227,65	40,10%	190,49 - 197,82	0,60%	2,08 - 2,24	16,27%	4,00 - 4,16	0,34%
227,65 - 229,86	55,83%	241,78 - 249,10	0,01%	2,24 - 2,40	28,44%	4,16 - 4,32	0,59%
229,86 - 232,07	2,32%	249,10 - 256,43	3,82%	2,40 - 2,56	28,14%	4,32 - 4,48	1,04%
		256,43 - 263,76	63,90%	2,56 - 2,72	14,32%	4,48 - 4,64	2,17%
		263,76 - 271,08	0,58%	2,72 - 2,88	4,94%	4,64 - 4,80	2,29%
		271,08 - 278,41	0,12%	2,88 - 3,04	1,44%	4,80 - 4,96	3,30%
		278,41 - 285,74	0,08%	3,04 - 3,20	0,45%	4,96 - 5,12	3,96%
		285,74 - 293,06	0,07%	3,20 - 3,36	0,06%	5,12 - 5,28	4,07%
		293,06 - 300,39	0,05%	3,36 - 3,52	0,05%	5,28 - 5,44	3,95%
		300,39 - 307,72	0,03%	3,52 - 3,68	0,09%	5,44 - 5,60	3,84%
		307,72 - 315,04	0,03%	3,68 - 3,84	0,09%	5,60 - 5,76	3,85%
		315,04 - 322,37	0,05%	3,84 - 4,00	0,08%	5,76 - 5,92	3,65%
		322,37 - 329,70	0,02%	4,00 - 4,16	0,09%	5,92 - 6,08	4,04%
		329,70 - 337,02	0,11%	4,16 - 4,32	0,12%	6,08 - 6,24	4,56%
		337,02 - 344,35	3,19%	4,32 - 4,48	0,02%	6,24 - 6,40	5,17%
		344,35 - 351,68	18,58%	4,48 - 4,64	0,02%	6,40 - 6,56	5,97%
		351,68 - 359,00	3,52%	4,64 - 4,80	0,01%	6,56 - 6,72	7,44%
		666,72 - 674,04	0,01%	5,12 - 5,28	0,06%	6,72 - 6,88	6,88%
		696,02 - 703,35	0,01%	5,28 - 5,44	0,02%	6,88 - 7,04	6,86%

	725,33 - 732,66	0,01%	5,76 - 5,92	0,01%	7,04 - 7,20	7,22%
	739,98 - 747,31	0,01%	5,92 - 6,08	0,01%	7,20 - 7,36	5,81%
	747,31 - 754,64	0,01%			7,36 - 7,52	3,85%
	754,64 - 761,96	0,01%			7,52 - 7,68	2,95%
	769,29 - 776,62	0,01%			7,68 - 7,84	2,11%
	783,94 - 791,27	0,02%			7,84 - 8,00	1,39%
	791,27 - 798,60	0,02%			8,00 - 8,16	0,87%
	798,60 - 805,92	0,01%			8,16 - 8,32	0,48%
	805,92 - 813,25	0,02%			8,32 - 8,48	0,24%
	813,25 - 820,58	0,06%			8,48 - 8,64	0,15%
					8,64 - 8,80	0,13%
					8,80 - 8,96	0,03%
					8,96 - 9,12	0,02%
					9,12 - 9,28	0,03%
					9,28 - 9,44	0,06%
					9,44 - 9,60	0,05%

*Πίνακας 5.5: Στατιστικές για την φάση L3*

### 5.1.3 EN 50160 (Πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης)

Η τυποποιημένη έκθεση EN 50160 μας δείχνει εάν οι μετρούμενες τιμές είναι εντός των ορίων που ορίζονται από το πρότυπο.



*Σχήμα 5.6: Όριο τιμών κατά το πρότυπο EN 50160*



Parameter			Max			95%		
	Unit	Limit	L1	L2/tot	L3	L1	L2/tot	L3
Voltage variations		230,00V +/- 10%						
Maximum	% Un	10	0	0	0	0	0	0
Minimum	% Un	-10	- 2,17	-3,35	- 2,63	- 2,17	-3,35	- 2,63
Interruptions	Number	100	0	0	0	-	-	-
Events	Number	100	1	0	0	-	-	-
Flicker Plt	Plt	1	2,46	0,29	0,29	2,46	0,29	0,29
Frequency 95%		50Hz +/- 1%						
Maximum	%	1		-			-	
Minimum	%	-1		-			-	
Imbalance	%	2		-			-	
Harmonics								
THD	% Un	8	2,34	2,25	2,41	2,34	2,25	2,41
2. Harm.	% Un	2	-	-	-	-	-	-
3. Harm.	% Un	5	-	-	-	-	-	-
4. Harm.	% Un	1	-	-	-	-	-	-
5. Harm.	% Un	6	-	-	-	-	-	-
6. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
7. Harm.	% Un	5	-	-	-	-	-	-
8. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
9. Harm.	% Un	1,5	-	-	-	-	-	-
10. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
11. Harm.	% Un	3,5	-	-	-	-	-	-
12. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
13. Harm.	% Un	3	-	-	-	-	-	-
15. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
17. Harm.	% Un	2	-	-	-	-	-	-
19. Harm.	% Un	1,5	-	-	-	-	-	-
21. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-

*Πίνακας 5.6: Τα παραπάνω σε μορφή πίνακα*



**Σχήμα 5.7:** Διάγραμμα των φλίκερ (διακύμανση τάσης)

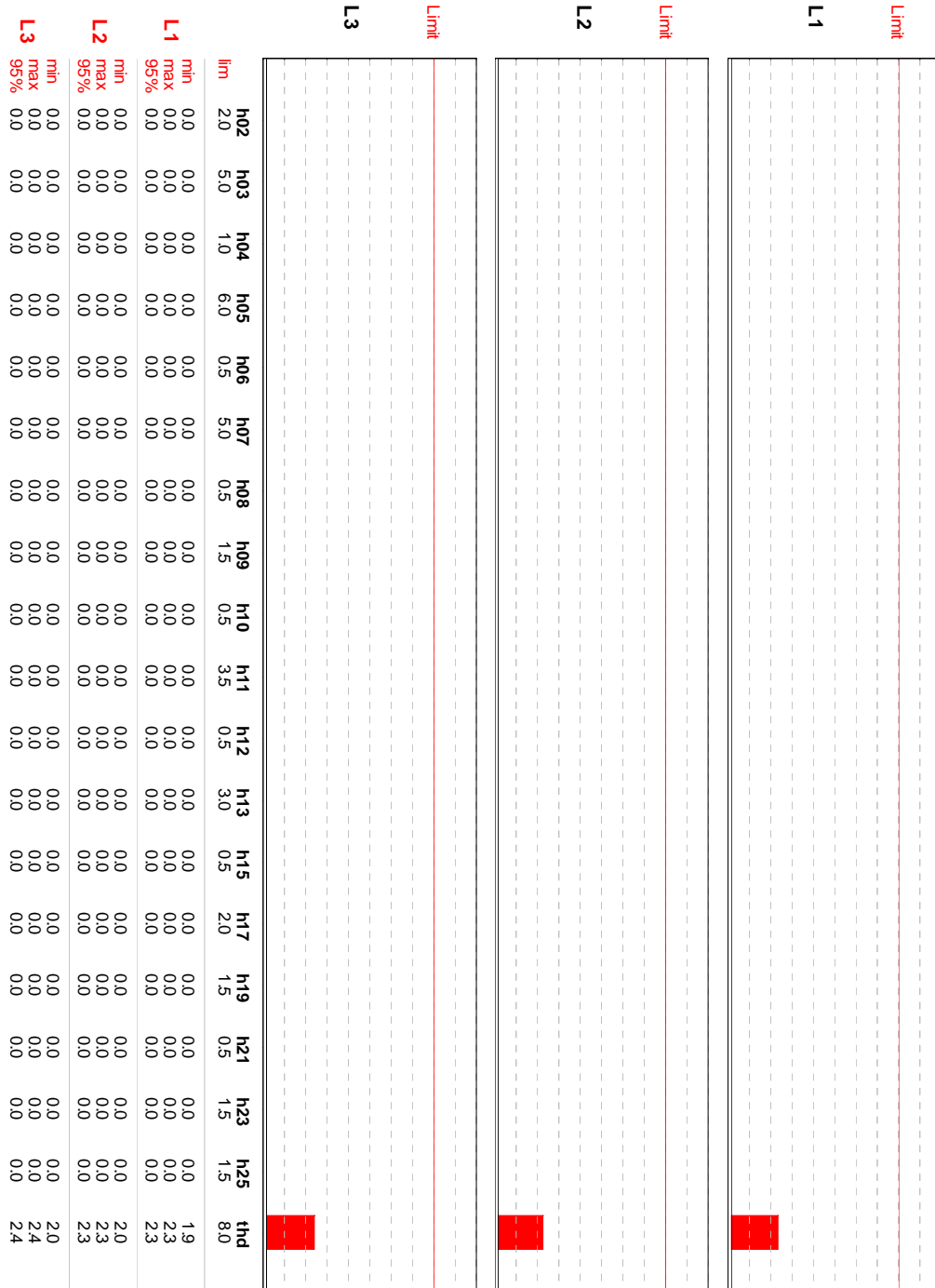
Το φλίκερ, ή αλλιώς γρήγορη διακύμανση της τάσης που οδηγεί σε τρεμόπαιγμα στο φως, είναι μία οπτική ενόχληση λόγω αστάθειας της έντασης του φωτός (τρεμόπαιγμα). Η διακύμανση του πλάτους της τάσης είναι συνήθως σε επίπεδο χαμηλότερο του 3% της παρεχόμενης τάσης και δεν έχει κάποια αξιοπρόσεκτη επίδραση στον εξοπλισμό. Αυτή η διακύμανση ωστόσο μπορεί να προκαλέσει ενόχληση στα μάτια. Το επίπεδο της ενόχλησης εξαρτάται από την συχνότητα και το πλάτος της αλλαγής της έντασης του φωτός και από τον παρατηρητή (δεν αντιλαμβάνονται όλοι την ίδια ενόχληση στην ίδια διακύμανση της τάσης).

Οι διακυμάνσεις τάσεως προκαλούνται όταν τα φορτία καταναλώνουν ρεύματα που έχουν σημαντικές αιφνίδιες ή περιοδικές διακυμάνσεις. Το κυμαινόμενο ρεύμα που καταναλώνεται από την παροχή, προκαλεί πρόσθετες μειώσεις τάσεως στο σύστημα τροφοδοσίας, που οδηγούν σε διακυμάνσεις της παρεχόμενης τάσης.

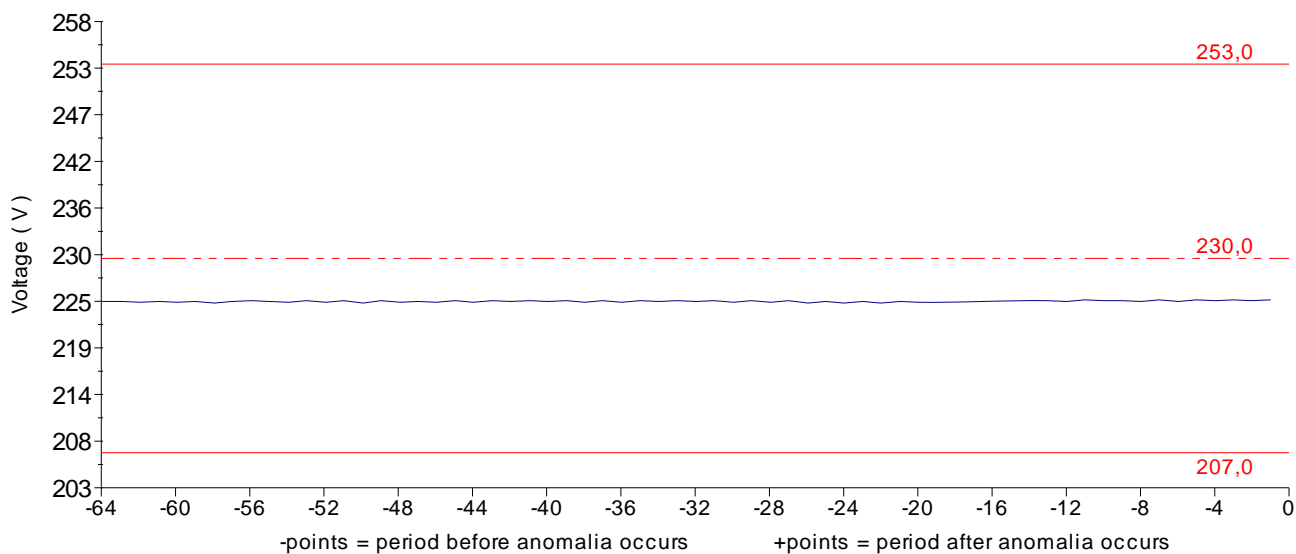
Time and date	L1 Pst (Plt)	L2 Pst (Plt)	L3 Pst (Plt)
25.10.2011. 12:10:00	0,23	0,23	0,22
25.10.2011. 12:20:00	0,24	0,24	0,24
25.10.2011. 12:30:00	0,5	0,56	0,53
25.10.2011. 12:40:00	0,24	0,24	0,24
25.10.2011. 12:50:00	0,23	0,22	0,22
25.10.2011. 13:00:00	0,21	0,21	0,21
25.10.2011. 13:10:00	0,21	0,2	0,21
25.10.2011. 13:20:00	0,22	0,22	0,23
25.10.2011. 13:30:00	0,21	0,21	0,21
25.10.2011. 13:40:00	0,22	0,22	0,22
25.10.2011. 13:50:00	0,2	0,2	0,21
25.10.2011. 14:00:00	5,64 (2,46)	0,22 (0,29)	0,22 (0,28)

25.10.2011. 14:10:00	0,27	0,27	0,27
25.10.2011. 14:20:00	0,21	0,23	0,22
25.10.2011. 14:30:00	0,22	0,22	0,22
25.10.2011. 14:40:00	0,19 (2,46)	0,19 (0,29)	0,20 (0,29)

Πίνακας 5.7: Δεδομένα των φλίκερ



Σχήμα 5.8: Cumulative Frequency Graphs



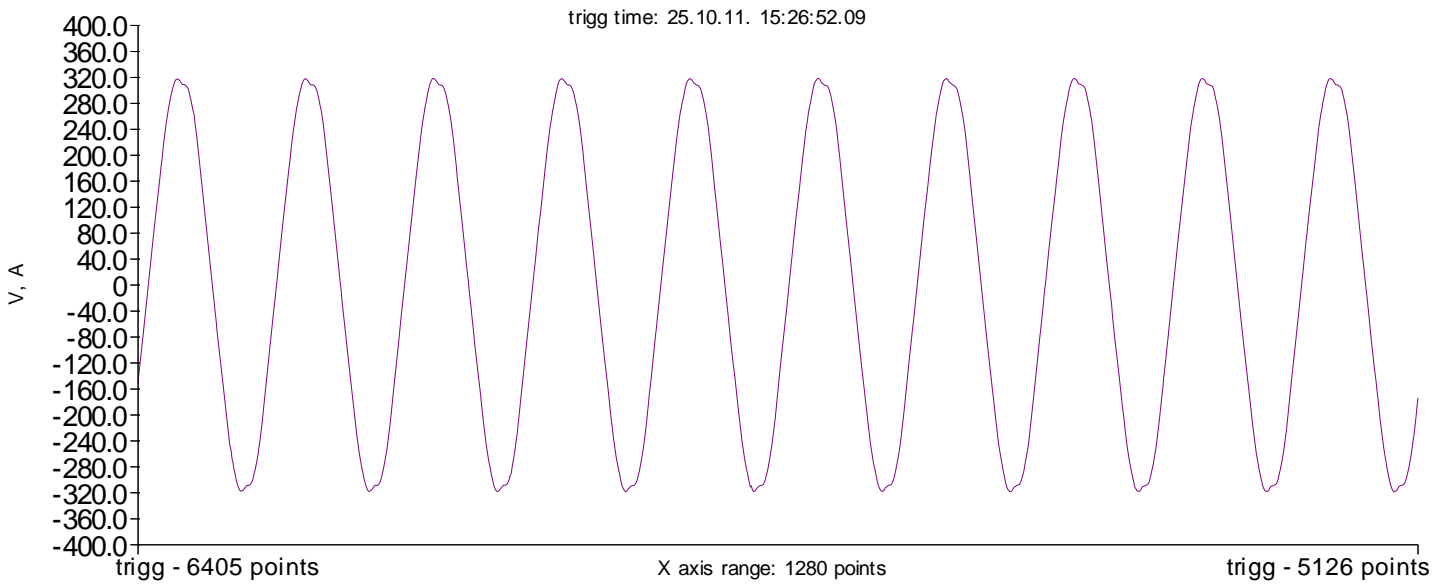
Event	Start time	End time	Duration	Direction	Referent voltage(V)	Extrem(V)	Data average(V)
Anom. Ph.1	25.10.2011. 14:00:20.50		1,52 s	down	230	44,16	224,93

Σχήμα 5.9: Ανωμαλίες και διακοπές τάσεων

1 / 2f	Data (V)
-64	224,9
-63	224,9
-62	224,8
-61	224,9
-60	224,8
-59	224,9
-58	224,7
-57	224,9
-56	225
-55	224,9
-54	224,8
-53	225
-52	224,8
-51	225
-50	224,7
-49	225
-48	224,8
-47	224,9
-46	224,8
-45	225
-44	224,8
-43	225
-42	224,9
-41	225
-40	224,9
-39	225
-38	224,8
-37	225
-36	224,8
-35	225
-34	224,9
-33	225
-32	224,9
-31	225
-30	224,8
-29	225
-28	224,8
-27	225
-26	224,7
-25	224,9
-24	224,7
-23	224,9
-22	224,7
-21	224,9
-20	224,8
-19	224,8
-18	224,8
-17	224,9
-16	224,9
-15	225
-14	225
-13	225
-12	224,9
-11	225,1
-10	225
-9	225
-8	224,9
-7	225,1
-6	224,9
-5	225,1
-4	225
-3	225,1
-2	225
-1	225,1

Πίνακας 5.8: Μεγέθη του παραπάνω σχήματος

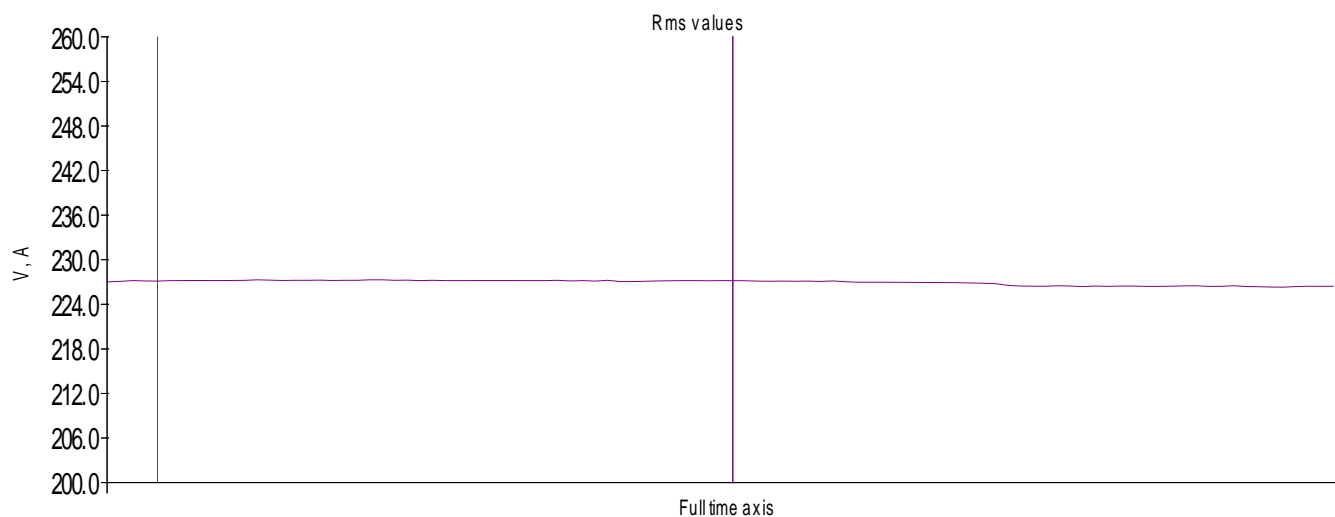
### 5.1.4 Waveforms (Κυματομορφές)



*Σχήμα 5.10: Κυματομορφή της τάσεως V1*

Point	Phase 1 Voltage
0	-152,16
1	-137,07
2	-121,98
3	-107,45
4	-92,73
5	-78,47
6	-62,92
7	-48,66
8	-35,33
9	-20,79
10	-5,8
11	9,02
12	22,63
13	37,72
14	53,54
15	69,55
16	85,09
17	98,98
18	112,69
19	125,57
20	138,54
21	151,24
22	166,51
23	180,86
24	194,47
25	208,18
26	221,7
27	235,68
28	247,46
29	257,03
30	266,59
31	275,15
32	283,52
33	291,52
34	298,15
35	304,4
36	310,57
37	313,88
38	316,45
39	317,19
40	317,01
41	316,09
42	314,43
43	311,58
44	309,74
45	308,73
46	308,91
47	308,08
48	306,89
49	305,23
50	302,47
51	298,24
52	291,06
53	284,16
54	276,62
55	269,35
56	262,73
57	248,75
58	238,26
59	225,56
60	211,77
61	196,22
62	181,5
63	166,87

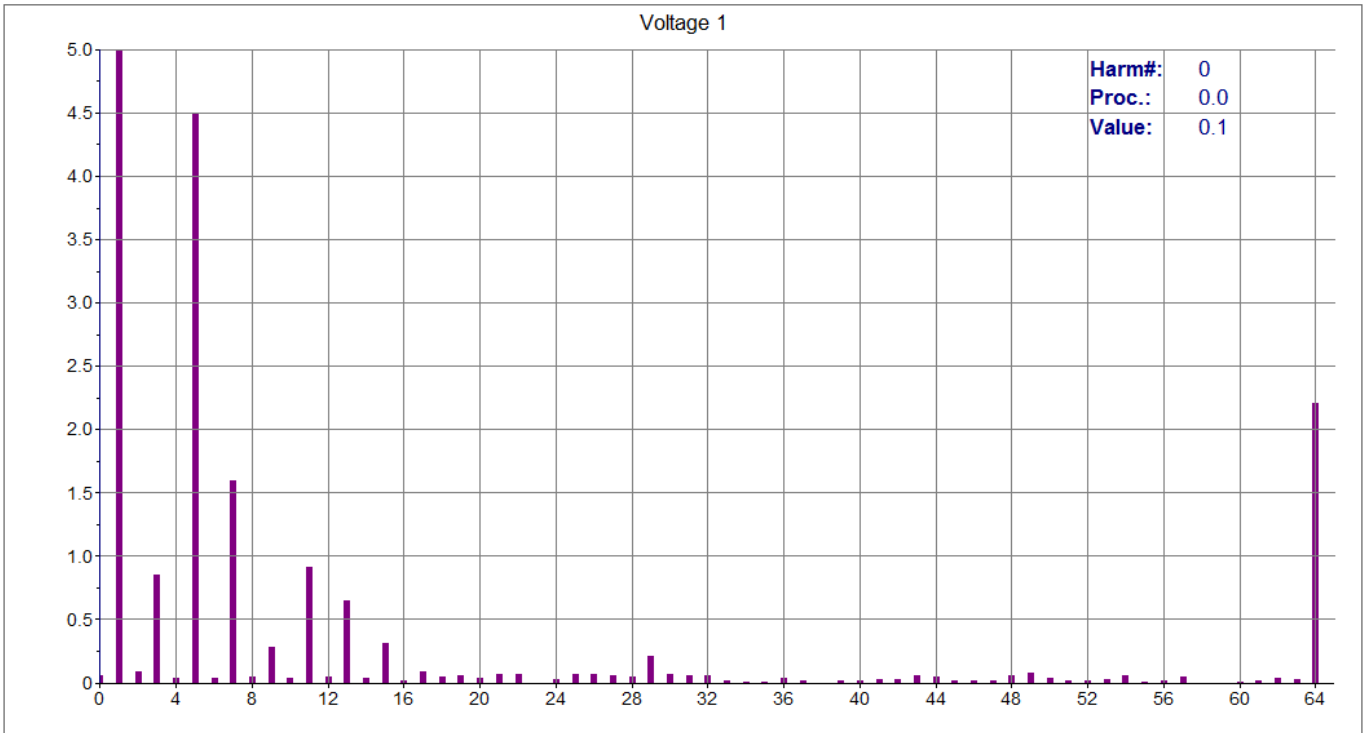
*Πίνακας 5.9: Μεγέθη του παραπάνω σχήματος*



**Σχήμα 5.11:** RMS της τάσεως V1

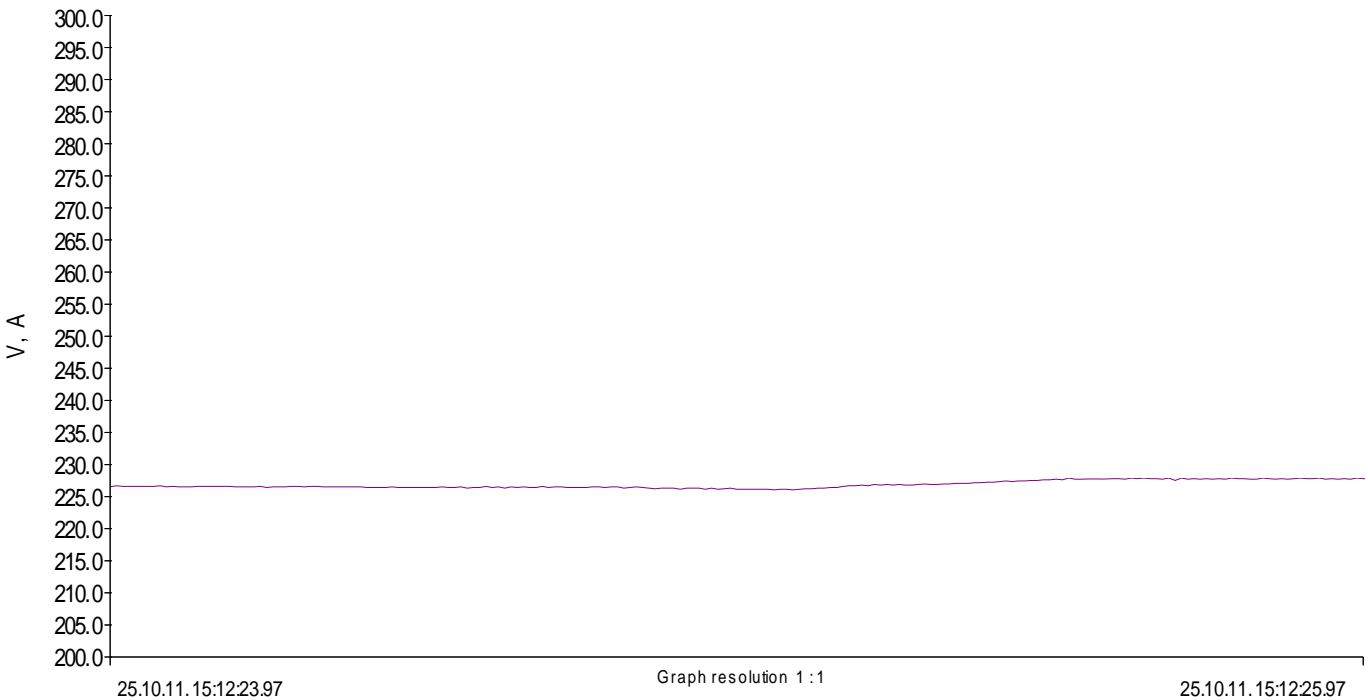
Point	Phase 1 Voltage
0	226,99
1	227,06
2	227,15
3	227,12
4	227,09
5	227,15
6	227,18
7	227,17
8	227,22
9	227,18
10	227,19
11	227,21
12	227,29
13	227,24
14	227,19
15	227,22
16	227,21
17	227,23
18	227,2
19	227,21
20	227,22
21	227,27
22	227,28
23	227,21
24	227,23
25	227,17
26	227,23
27	227,18
28	227,18

**Πίνακας 5.10:** RMS μεγέθη του παραπάνω σχήματος



Σχήμα 5.12: Αρμονικές της τάσεως V1

### 5.1.5 Fast Logging



Σχήμα 5.13: Διακυμάνσεις της τάσεως V1

Οι μεταβατικές υπερτάσεις είναι ένας όρος που περιγραφεί τις σύντομες, γρήγορα αποσβενύμενες παροδικές διαταραχές της τάσης ή του ρεύματος. Χωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες: τις κρουστικές υπερτάσεις και τις υπερτάσεις με αποσβενύμενη ταλάντωση.

Οι υπερτάσεις που εμφανίζονται μεταξύ του αγωγού τροφοδοσίας και της γείωσης πρέπει να είναι εντός ορίων όπως αυτά ορίζονται από τα πρότυπα. Να σημειωθεί ότι υπάρχουν όρια μόνο για την χαμηλή τάση.

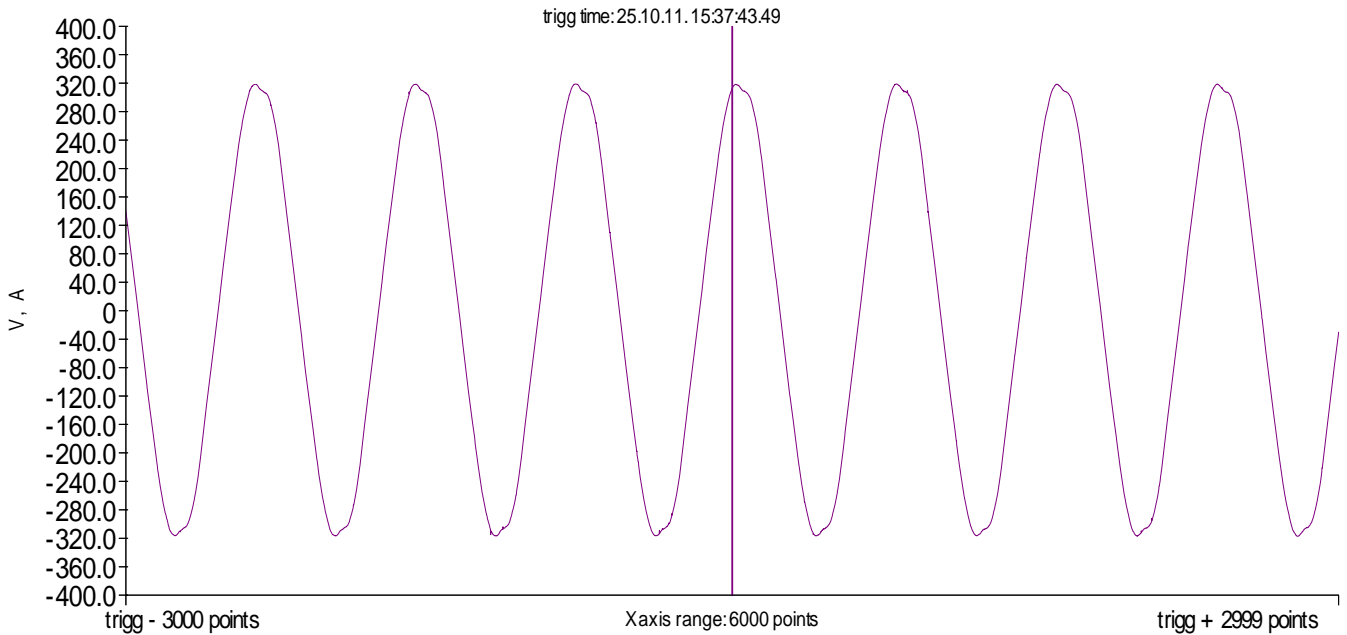
Στη δικιά μας περίπτωση, γίνεται μέτρηση των startups (εκκινήσεων) και των διακυμάνσεων τάσης.

Time and date	Phase 1 Voltage
25.10.11. 15:12:23.97	226,48
25.10.11. 15:12:23.98	226,67
25.10.11. 15:12:23.99	226,58
25.10.11. 15:12:24.00	226,58
25.10.11. 15:12:24.01	226,58
25.10.11. 15:12:24.02	226,58
25.10.11. 15:12:24.03	226,58
25.10.11. 15:12:24.04	226,58
25.10.11. 15:12:24.05	226,67
25.10.11. 15:12:24.06	226,48
25.10.11. 15:12:24.07	226,58
25.10.11. 15:12:24.08	226,48
25.10.11. 15:12:24.09	226,48
25.10.11. 15:12:24.10	226,48
25.10.11. 15:12:24.11	226,58
25.10.11. 15:12:24.12	226,58
25.10.11. 15:12:24.13	226,58
25.10.11. 15:12:24.14	226,58
25.10.11. 15:12:24.15	226,58
25.10.11. 15:12:24.16	226,58
25.10.11. 15:12:24.17	226,48
25.10.11. 15:12:24.18	226,48
25.10.11. 15:12:24.19	226,48
25.10.11. 15:12:24.20	226,48
25.10.11. 15:12:24.21	226,58
25.10.11. 15:12:24.22	226,39
25.10.11. 15:12:24.23	226,48
25.10.11. 15:12:24.24	226,48
25.10.11. 15:12:24.25	226,48

**Πίνακας 5.11:** Μεγέθη του παραπάνω σχήματος



### 5.1.6 Transients



**Σχήμα 5.14:** Μεταβολές της τάσεως V1

Ταχεία μεταβολή της τάσης καλείται μία γρήγορη μεταβολή στην τάση μεταξύ δύο κανονικών συνθηκών. Μπορεί να προκληθεί με την ζεύξη ή απόζευξη μεγάλων φορτίων στο δίκτυο. Ένα τυπικό παράδειγμα μία ταχείας μεταβολής στην τάση μπορεί να παρατηρηθεί με την εκκίνηση ενός μεγάλου κινητήρα.

Η παρουσία απότομων μεταβολών στην τάση σε ένα σύστημα πρέπει να είναι εντός ορίων, όπως αυτά ορίζονται από τα πρότυπα και είναι διαφορετικά για τη μέση και τη χαμηλή τάση.

Time points (ms)	Phase 1 Voltage
0.00	292,08
0.03	293,82
0.05	295,11
0.08	296,03
0.10	297,13
0.13	298,15
0.15	299,34
0.18	301,09
0.20	302,1
0.23	303,39
0.25	304,31
0.28	305,05
0.30	306,06
0.33	307,35
0.35	308,08
0.38	308,54
0.40	309,19

0.43	310,2
0.45	311,21
0.48	312,31
0.50	312,04
0.53	312,59
0.55	312,68
0.58	313,51
0.60	314,06
0.63	314,61
0.65	314,71
0.68	315,17
0.70	315,35

*Πίνακας 5.12: Μεγέθη του παραπάνω σχήματος*

### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Κατά τις μετρήσεις στους αεροσυμμεστές, παρατηρήθηκαν υψηλές αρμονικές στην I1 (3<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>), I2 (3<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>), I3 (5<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>) καθώς και στις τάσεις V1 (7<sup>η</sup>), V2 (7<sup>η</sup>).

Κατά το πρότυπο EN 50160 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το Flicker1 υπερέβει το όριο τιμών. Παρατηρήθηκαν επίσης, μικρές διακοπές τάσης.

Δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα όσο αναφορά την κυματομορφή της V1 και την RMS τιμή της.

Προβλήματα επίσης, δεν παρατηρήθηκαν κατά τις εκκινήσεις (fast logging) και δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες μεταβολές στην τάση (transients).

## 5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΡΑΦΙΝΕΡΙ



*Εικόνα 5.3: MCC στον χώρο της Ραφινερί (εμπρός)*

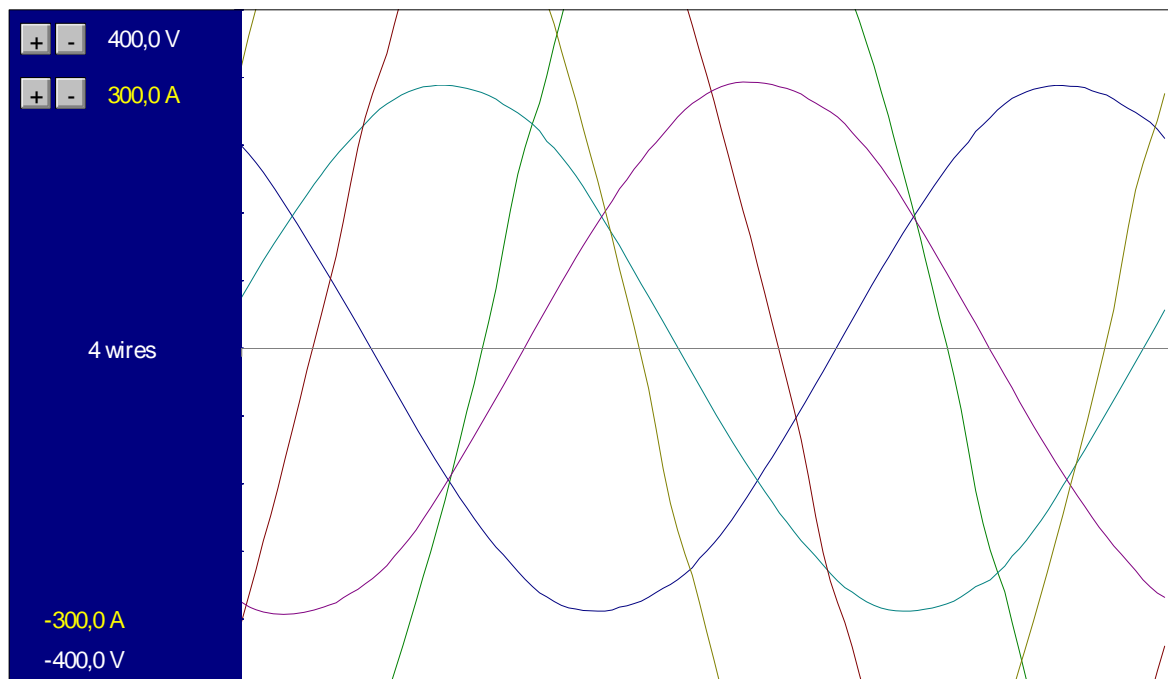


*Εικόνα 5.4: MCC στον χώρο της Ραφινερί (πίσω)*



*Εικόνα 5.5: Μετρήσεις στον πίνακα της Ραφινερί*

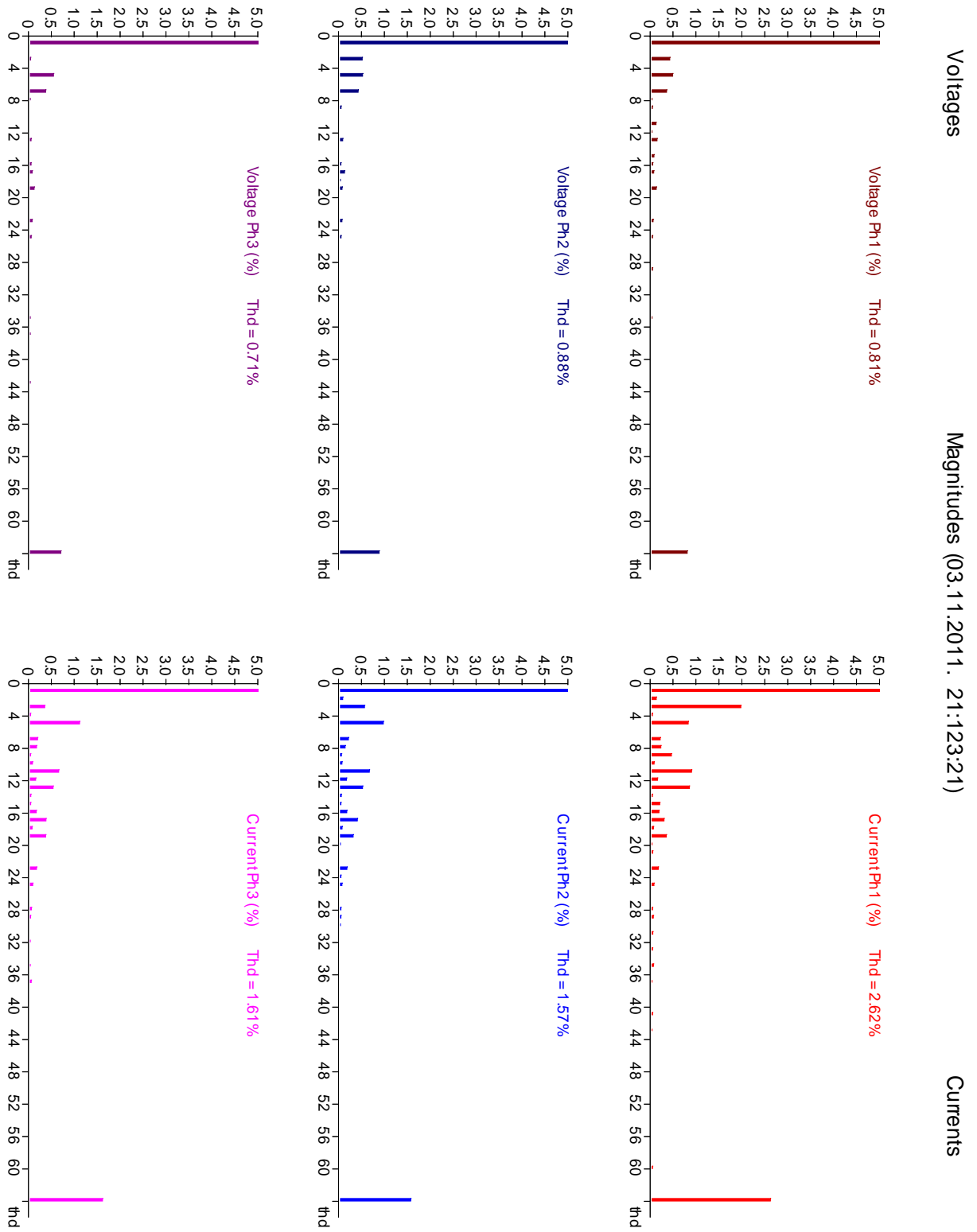
### 5.2.1 Online μετρήσεις



*Σχήμα 5.15: Online κυματομορφές τάσεων και ρευμάτων*

U1	I1	U2	I2	U3	I3
307	-453,9	-140	-518,7	-167	-104,1
305,8	-461,3	-125,6	-503,7	-179,7	-77,2
304,5	-464,9	-111,2	-486,3	-191,8	-50,1
300,4	-475,9	-97,2	-469,2	-204,6	-22,9
297,1	-485,7	-82	-449,7	-217,5	6,7
294,4	-498,5	-66,7	-430,7	-228,2	36
288,7	-513,2	-51,9	-410,3	-237,9	71,7
283,6	-533,3	-37,5	-389,8	-247,4	110,2
279,6	-546,1	-22,5	-368,2	-257,9	145,3
274,3	-552,9	-7,7	-346,8	-268,2	173,1
268,7	-551,9	7,9	-322,4	-277,1	196,6
261,2	-549,5	22,5	-298,9	-284,8	216,7
252,2	-548	37,6	-276,9	-290	238,7
242,5	-551,6	51,1	-253,7	-296,5	266,2
234,6	-551,9	65,8	-229,9	-300,9	291,8
223,2	-552,9	81,2	-204,8	-305,8	316
212,1	-551,6	95,4	-179,5	-308,5	342,5
200,6	-550,7	110	-154,2	-310	367,9
187,9	-546,4	122,8	-129,7	-311,4	389,8
174,6	-539,7	135,6	-103,5	-311,8	408,2
161,5	-530,3	149,4	-77,5	-311,4	424,6
147,3	-519,9	162,4	-51	-310,9	439,6
133,8	-508,3	175,5	-25,3	-309,6	453,6
119,9	-496,7	186,8	0,3	-308,1	465,8
106,4	-481,4	198,4	26,9	-306,1	478,4
91,8	-466,8	210,1	55,3	-303,4	490,9
77	-450,3	221,9	84	-299,9	504,3
62,6	-434,7	231,3	115,4	-295	519
48	-416,1	240,9	152,9	-289,7	539,4
33,6	-397,5	250,9	190,2	-285,2	557,7
17,8	-379,5	259,7	218	-281,8	564,1
3,5	-358,4	270,4	240,3	-274,6	568,4
-10,6	-338,2	278,9	259,5	-267,3	568,4
-26,2	-319	284,7	279,9	-258,6	569,6

*Πίνακας 5.13: Μεγέθη των παραπάνω τάσεων και ρευμάτων*



Σχήμα 5.16: Αρμονικές τάσεων και ρευμάτων για τις τρεις φάσεις

	U1 (%)	U1 (V)	I1 (%)	I1 (A)	U2 (%)	U2 (V)	I2 (%)	I2 (A)	U3 (%)	U3 (V)	I3 (%)	I3 (A)
0	0,02	0,04	0,11	0,41	0,01	0,02	0,02	0,08	0,03	0,07	0,01	0,03
1	100	220,7	100	384,28	100	220,78	100	391,55	100	223,18	100	392,07
2	0,03	0,06	0,16	0,61	0	0	0,16	0,64	0,02	0,04	0,13	0,52
3	0,45	0,99	1,95	7,48	0,48	1,07	0,57	2,23	0,05	0,12	0,41	1,6
4	0,01	0,03	0,03	0,11	0	0,01	0,03	0,1	0,02	0,04	0,02	0,09
5	0,55	1,22	1,18	4,54	0,56	1,24	1,16	4,53	0,61	1,37	1,34	5,27
6	0,05	0,11	0,06	0,23	0,02	0,05	0,03	0,11	0,02	0,05	0,07	0,26
7	0,34	0,76	0,34	1,29	0,4	0,87	0,1	0,39	0,38	0,85	0,02	0,06
8	0,04	0,09	0,2	0,76	0,04	0,08	0,15	0,57	0,03	0,06	0,18	0,71
9	0,04	0,08	0,38	1,45	0,06	0,12	0,05	0,2	0,04	0,1	0,06	0,22
10	0,03	0,07	0,12	0,48	0,01	0,02	0,04	0,17	0,03	0,07	0,09	0,37
11	0,1	0,23	0,8	3,07	0,08	0,17	0,51	1,99	0,09	0,19	0,52	2,06
12	0,01	0,03	0,04	0,17	0,03	0,06	0,04	0,17	0,04	0,09	0,04	0,15
13	0,07	0,14	0,68	2,6	0,04	0,09	0,4	1,56	0,03	0,07	0,47	1,85
14	0,02	0,04	0,03	0,12	0,02	0,03	0,04	0,16	0,02	0,06	0,02	0,06
15	0,1	0,23	0,22	0,85	0,01	0,03	0,02	0,08	0,04	0,1	0,04	0,15
16	0,01	0,02	0,1	0,39	0,04	0,09	0,05	0,21	0,02	0,05	0,09	0,33
17	0,02	0,04	0,2	0,77	0,08	0,18	0,34	1,35	0,06	0,14	0,34	1,33
18	0,01	0,02	0,06	0,24	0,01	0,03	0,07	0,28	0,02	0,04	0,05	0,19
19	0,06	0,14	0,13	0,49	0,08	0,17	0,21	0,83	0,06	0,14	0,23	0,92
20	0,01	0,03	0,05	0,21	0,02	0,05	0,03	0,11	0,03	0,06	0,05	0,19
21	0,03	0,07	0,02	0,08	0,05	0,11	0,03	0,14	0,03	0,07	0,03	0,12
22	0,03	0,06	0,09	0,33	0,02	0,05	0,03	0,11	0,02	0,04	0,08	0,32
23	0,05	0,11	0,16	0,62	0,04	0,08	0,09	0,37	0,05	0,1	0,12	0,45
24	0,02	0,04	0,04	0,15	0,02	0,05	0,06	0,22	0,03	0,06	0,05	0,18
25	0,07	0,15	0,12	0,48	0,09	0,19	0,12	0,46	0,09	0,21	0,13	0,52
26	0	0,01	0,02	0,08	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,05
27	0,02	0,04	0,02	0,09	0,01	0,03	0,04	0,16	0,01	0,02	0,01	0,03
28	0,02	0,04	0,02	0,07	0,03	0,07	0,03	0,13	0,02	0,04	0,03	0,11
29	0,03	0,06	0,09	0,33	0,05	0,12	0,09	0,36	0,06	0,13	0,08	0,31
30	0,02	0,05	0,03	0,13	0,01	0,02	0,04	0,16	0,02	0,05	0,04	0,14
31	0,02	0,05	0,05	0,21	0,01	0,03	0,03	0,1	0,03	0,07	0,01	0,03
32	0,04	0,08	0,04	0,15	0,01	0,02	0,01	0,05	0	0,01	0,01	0,04
33	0,03	0,07	0,03	0,11	0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,05	0	0,01
34	0,02	0,04	0,02	0,07	0,01	0,02	0,02	0,1	0,01	0,03	0,02	0,08
35	0,05	0,1	0,03	0,1	0,01	0,03	0,01	0,04	0,03	0,07	0,03	0,11

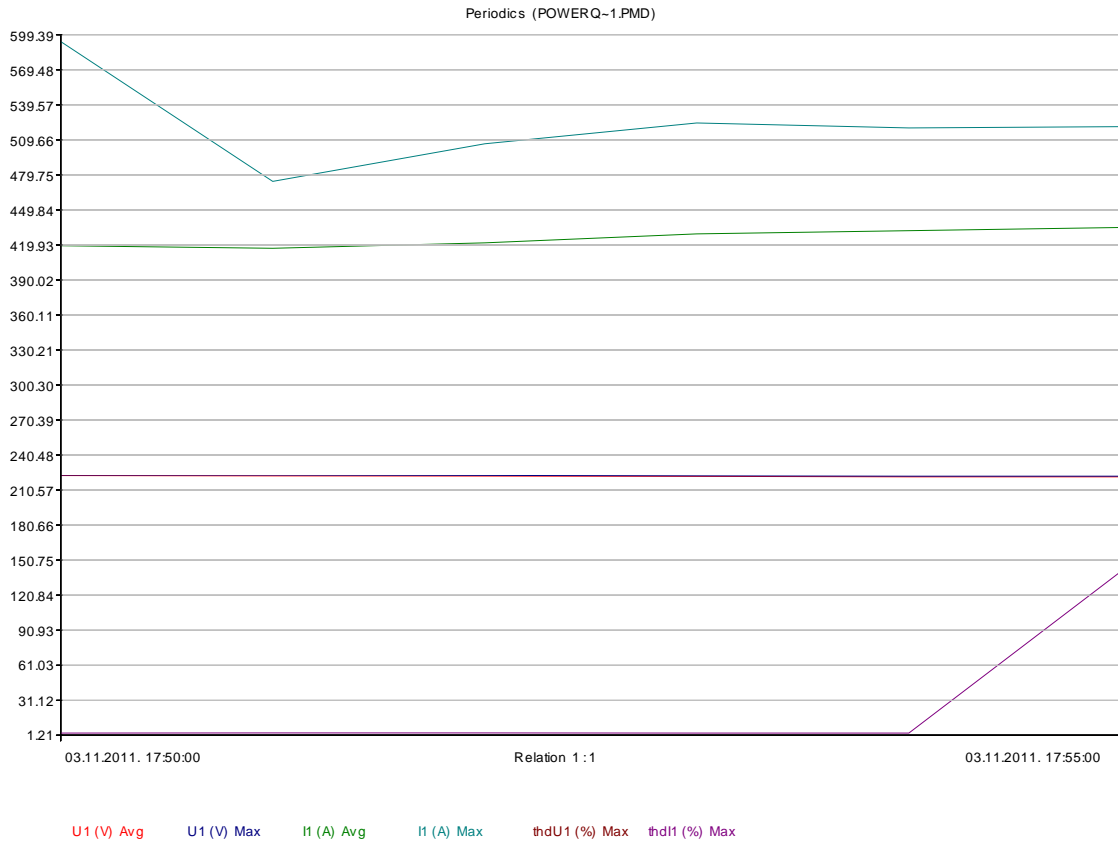
64	0,83	0	2,62	0	0,88	0	1,54	0	0,76	0	1,67	0
----	------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	------	---

Πίνακας 5.14: Μεγέθη των παραπάνω αρμονικών

### 5.2.2 Power Quality (Ποιότητα ισχύος)

Η παρακολούθηση της ποιότητας ισχύος γίνεται για να χαρακτηριστούν οι διακυμάνσεις της σε συγκεκριμένες τοποθεσίες του συστήματος σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Οι απαιτήσεις της παρακολούθησης αυτής εξαρτώνται άμεσα από το συγκεκριμένο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί.

5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΪΣ



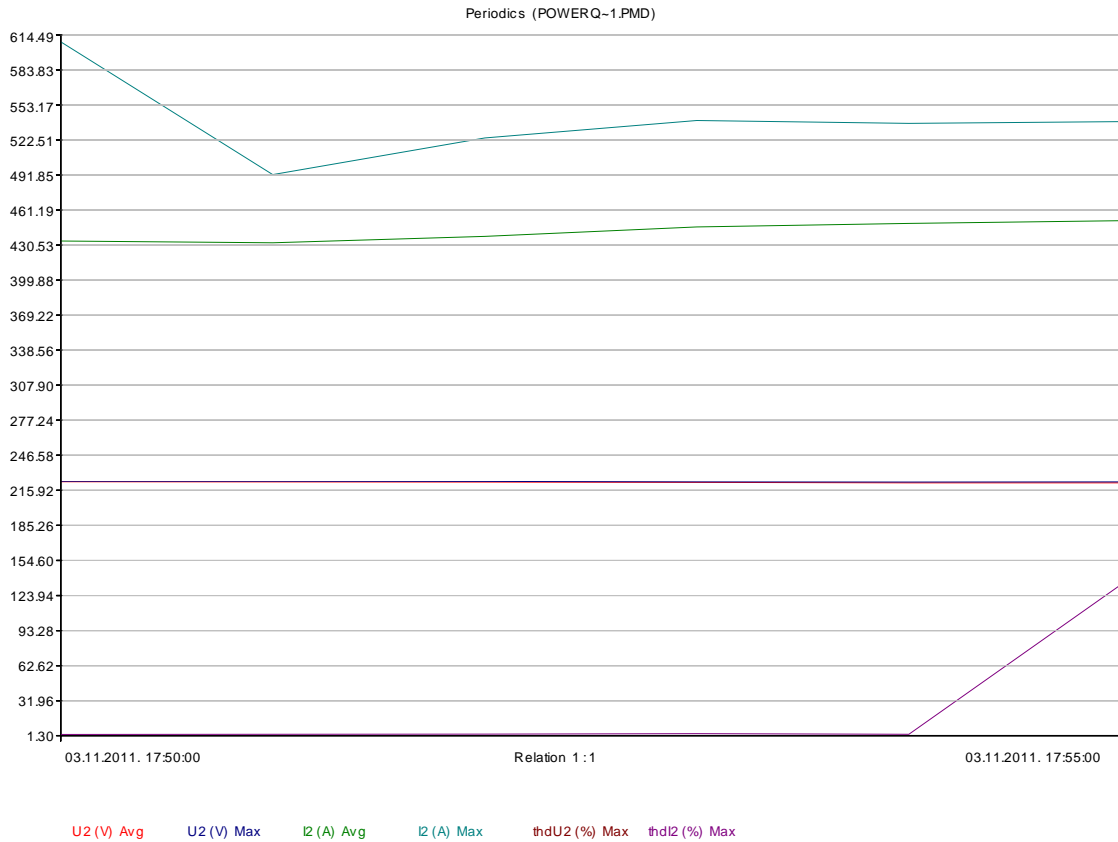
**Σχήμα 5.17:** Η τάση, το ρεύμα και η ολική αρμονική παραμόρφωση αυτών, για την φάση L1

U1 (V)		I1 (A)		thdU1		thdI1	
218,57 - 220,78	0,03%	395,63 - 402,96	2,44%	0,80 - 0,96	0,25%	2,08 - 2,24	0,17%
220,78 - 222,99	86,09%	402,96 - 410,29	1,18%	0,96 - 1,12	33,08%	2,24 - 2,40	1,17%
222,99 - 225,20	13,88%	410,29 - 417,61	27,82%	1,12 - 1,28	64,49%	2,40 - 2,56	6,71%
		417,61 - 424,94	24,49%	1,28 - 1,44	2,18%	2,56 - 2,72	30,43%
		424,94 - 432,27	9,50%			2,72 - 2,88	38,89%
		432,27 - 439,59	21,05%			2,88 - 3,04	19,78%
		439,59 - 446,92	10,54%			3,04 - 3,20	2,60%
		446,92 - 454,25	1,21%			3,20 - 3,36	0,25%
		454,25 - 461,57	0,12%			> 40	0,08%
		461,57 - 468,90	0,13%				
		468,90 - 476,23	0,16%				
		476,23 - 483,55	0,12%				
		483,55 - 490,88	0,16%				
		490,88 - 498,21	0,23%				
		498,21 - 505,53	0,21%				
		505,53 - 512,86	0,18%				
		512,86 - 520,19	0,28%				
		520,19 - 527,51	0,04%				
		527,51 - 534,84	0,02%				
		534,84 - 542,17	0,02%				
		542,17 - 549,49	0,02%				
		578,80 - 586,12	0,01%				



586,12 - 593,45 0,02%

**Πίνακας 5.15: Στατιστικές για την φάση L1**

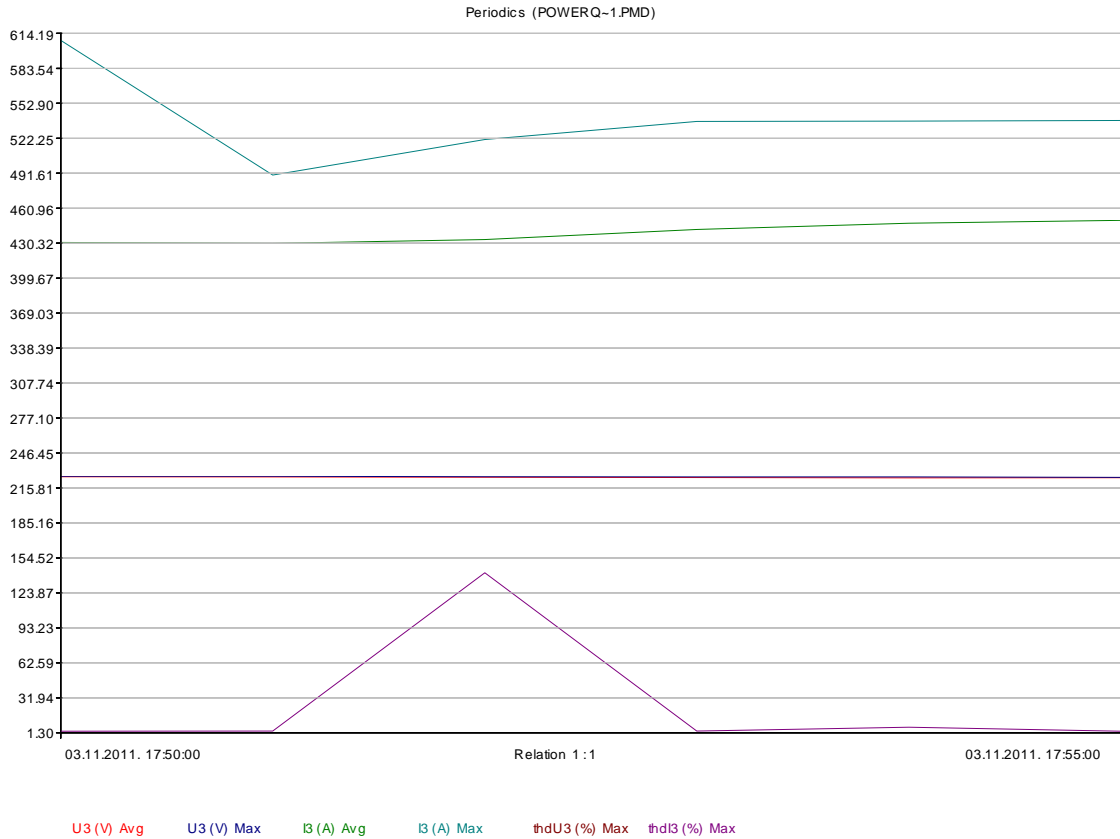


**Σχήμα 5.18: Η τάση, το ρεύμα και η ολική αρμονική παραμόρφωση αυτών, για την φάση L2**

U2 (V)		I2 (A)		thdU2		thdI2	
218,81 - 221,02	0,03%	410,29 - 417,61	0,85%	0,96 - 1,12	13,99%	1,44 - 1,60	0,92%
221,02 - 223,23	64,36%	417,61 - 424,94	3,32%	1,12 - 1,28	74,96%	1,60 - 1,76	6,29%
223,23 - 225,44	35,61%	424,94 - 432,27	25,34%	1,28 - 1,44	11,06%	1,76 - 1,92	22,30%
		432,27 - 439,59	23,41%			1,92 - 2,08	40,82%
		439,59 - 446,92	10,51%			2,08 - 2,24	24,56%
		446,92 - 454,25	20,11%			2,24 - 2,40	4,78%
		454,25 - 461,57	11,09%			2,40 - 2,56	0,25%
		461,57 - 468,90	3,20%			2,72 - 2,88	0,08%
		468,90 - 476,23	0,47%			> 40	0,08%
		476,23 - 483,55	0,13%				
		483,55 - 490,88	0,16%				
		490,88 - 498,21	0,15%				
		498,21 - 505,53	0,14%				
		505,53 - 512,86	0,20%				
		512,86 - 520,19	0,25%				
		520,19 - 527,51	0,20%				
		527,51 - 534,84	0,25%				
		534,84 - 542,17	0,12%				

	542,17 - 549,49	0,02%		
	549,49 - 556,82	0,03%		
	556,82 - 564,15	0,02%		
	586,12 - 593,45	0,01%		
	600,78 - 608,10	0,02%		
	608,10 - 615,43	0,01%		

**Πίνακας 5.16:** Στατιστικές για την φάση L2



**Σχήμα 5.19:** Η τάση, το ρεύμα και η ολική αρμονική παραμόρφωση αυτών, για την φάση L3

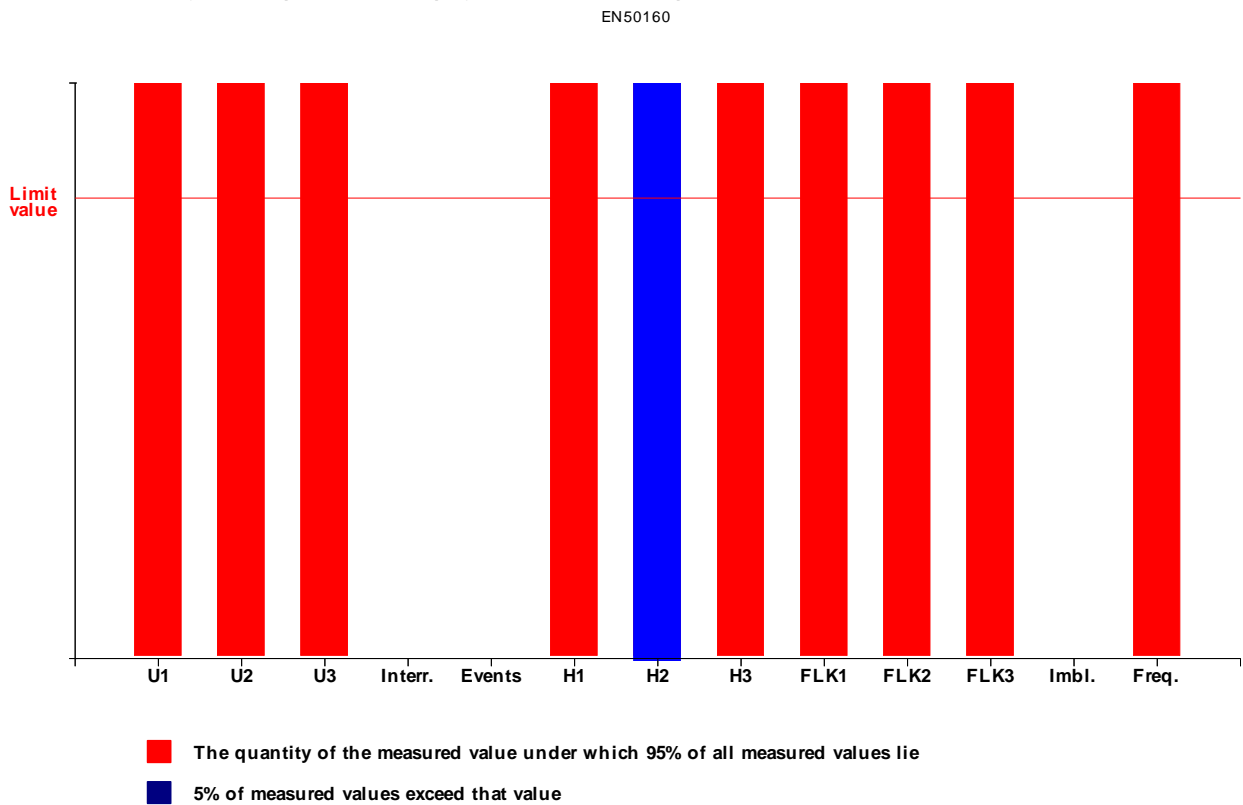
U3 (V)		I3 (A)		thdU3		thdI3	
221,02 - 223,23	0,03%	410,29 - 417,61	3,01%	0,96 - 1,12	6,78%	1,76 - 1,92	1,01%
223,23 - 225,44	74,27%	417,61 - 424,94	6,88%	1,12 - 1,28	62,48%	1,92 - 2,08	6,29%
225,44 - 227,65	25,70%	424,94 - 432,27	32,30%	1,28 - 1,44	30,57%	2,08 - 2,24	26,74%
		432,27 - 439,59	17,41%	1,44 - 1,60	0,17%	2,24 - 2,40	38,64%
		439,59 - 446,92	5,37%			2,40 - 2,56	21,21%
		446,92 - 454,25	21,86%			2,56 - 2,72	5,95%
		454,25 - 461,57	8,87%			2,88 - 3,04	0,08%
		461,57 - 468,90	2,17%			6,08 - 6,24	0,08%
		468,90 - 476,23	0,49%			> 40	0,08%
		476,23 - 483,55	0,12%				
		483,55 - 490,88	0,16%				
		490,88 - 498,21	0,15%				
		498,21 - 505,53	0,15%				

	505,53 - 512,86	0,21%		
	512,86 - 520,19	0,22%		
	520,19 - 527,51	0,15%		
	527,51 - 534,84	0,28%		
	534,84 - 542,17	0,08%		
	542,17 - 549,49	0,02%		
	549,49 - 556,82	0,02%		
	556,82 - 564,15	0,02%		
	564,15 - 571,47	0,01%		
	586,12 - 593,45	0,01%		
	593,45 - 600,78	0,01%		
	600,78 - 608,10	0,02%		

*Πίνακας 5.17: Στατιστικές για την φάση L3*

### 5.2.3 EN 50160 (Πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης)

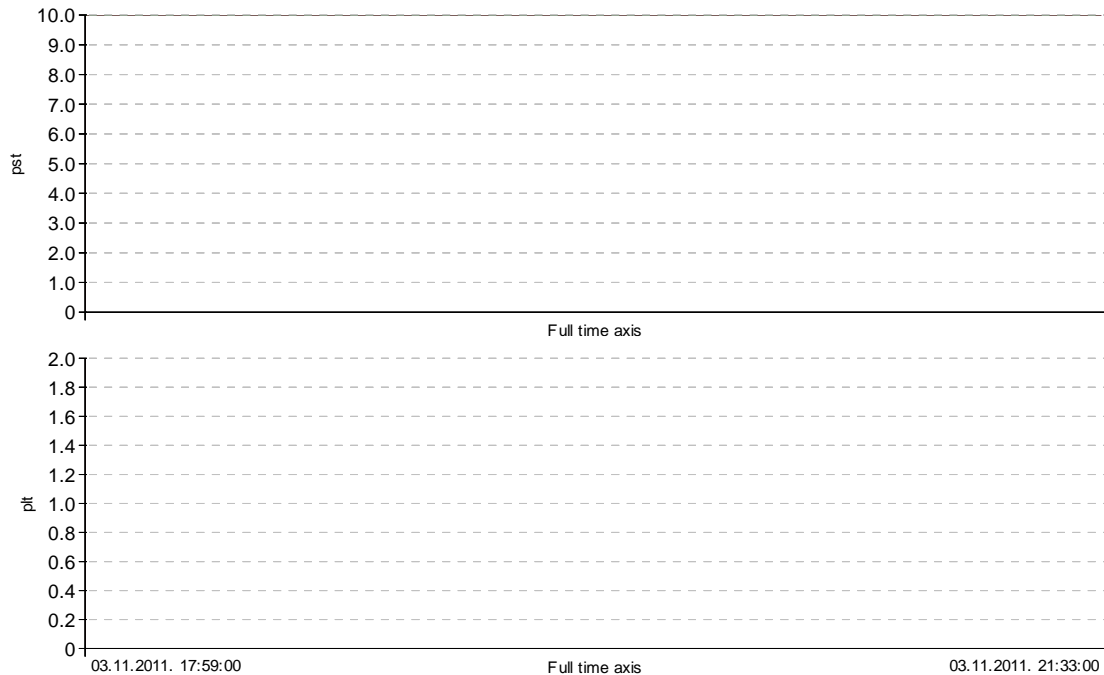
Η τυποποιημένη έκθεση EN 50160 μας δείχνει εάν οι μετρούμενες τιμές είναι εντός των ορίων που ορίζονται από το πρότυπο.



*Σχήμα 5.20: Όριο τιμών κατά το πρότυπο EN 50160*

Parameter			Max			95%		
	Unit	Limit	L1	L2/tot	L3	L1	L2/tot	L3
Voltage variations		230,00V +/- 10%						
Maximum	% Un	10	0	0	0	0	0	0
Minimum	% Un	-10	-100	-100	-100	-100	-100	-99,44
Interruptions	Number	100	0	0	0	-	-	-
Events	Number	100	0	0	0	-	-	-
Flicker Plt	Plt	1	10	10	10	10	10	10
Frequency 95%		50Hz +/- 1%						
Maximum	%	1		4999900			4999900	
Minimum	%	-1		-100			-100	
Imbalance	%	2		-			-	
Harmonics								
THD	% Un	8	9,98	10	17,86	9,98	0	15,14
2. Harm.	% Un	2	-	-	-	-	-	-
3. Harm.	% Un	5	0,9	36,1	10,8	0,8	27,1	4,7
4. Harm.	% Un	1	-	-	-	-	-	-
5. Harm.	% Un	6	0,1	81,1	4,3	0	69,7	3,4
6. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
7. Harm.	% Un	5	0	127,5	6,6	0	115,8	4,7
8. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
9. Harm.	% Un	1,5	248,6	145,7	4,1	246,4	133,8	3,6
10. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
11. Harm.	% Un	3,5	-	-	-	-	-	-
12. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
13. Harm.	% Un	3	-	-	-	-	-	-
15. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-
17. Harm.	% Un	2	-	-	-	-	-	-
19. Harm.	% Un	1,5	-	-	-	-	-	-
21. Harm.	% Un	0,5	-	-	-	-	-	-

Πίνακας 5.18: Τα παραπάνω σε μορφή πίνακα



**Σχήμα 5.21:** Διάγραμμα των φλίκερ (διακύμανση τάσης)

Το φλίκερ, ή αλλιώς γρήγορη διακύμανση της τάσης που οδηγεί σε τρεμόπαιγμα στο φως, είναι μία οπτική ενόχληση λόγω αστάθειας της έντασης του φωτός (τρεμόπαιγμα). Η διακύμανση του πλάτους της τάσης είναι συνήθως σε επίπεδο χαμηλότερο του 3% της παρεχόμενης τάσης και δεν έχει κάποια αξιοπρόσεκτη επίδραση στον εξοπλισμό. Αυτή η διακύμανση ωστόσο μπορεί να προκαλέσει ενόχληση στα μάτια. Το επίπεδο της ενόχλησης εξαρτάται από την συχνότητα και το πλάτος της αλλαγής της έντασης του φωτός και από τον παρατηρητή (δεν αντιλαμβάνονται όλοι την ίδια ενόχληση στην ίδια διακύμανση της τάσης).

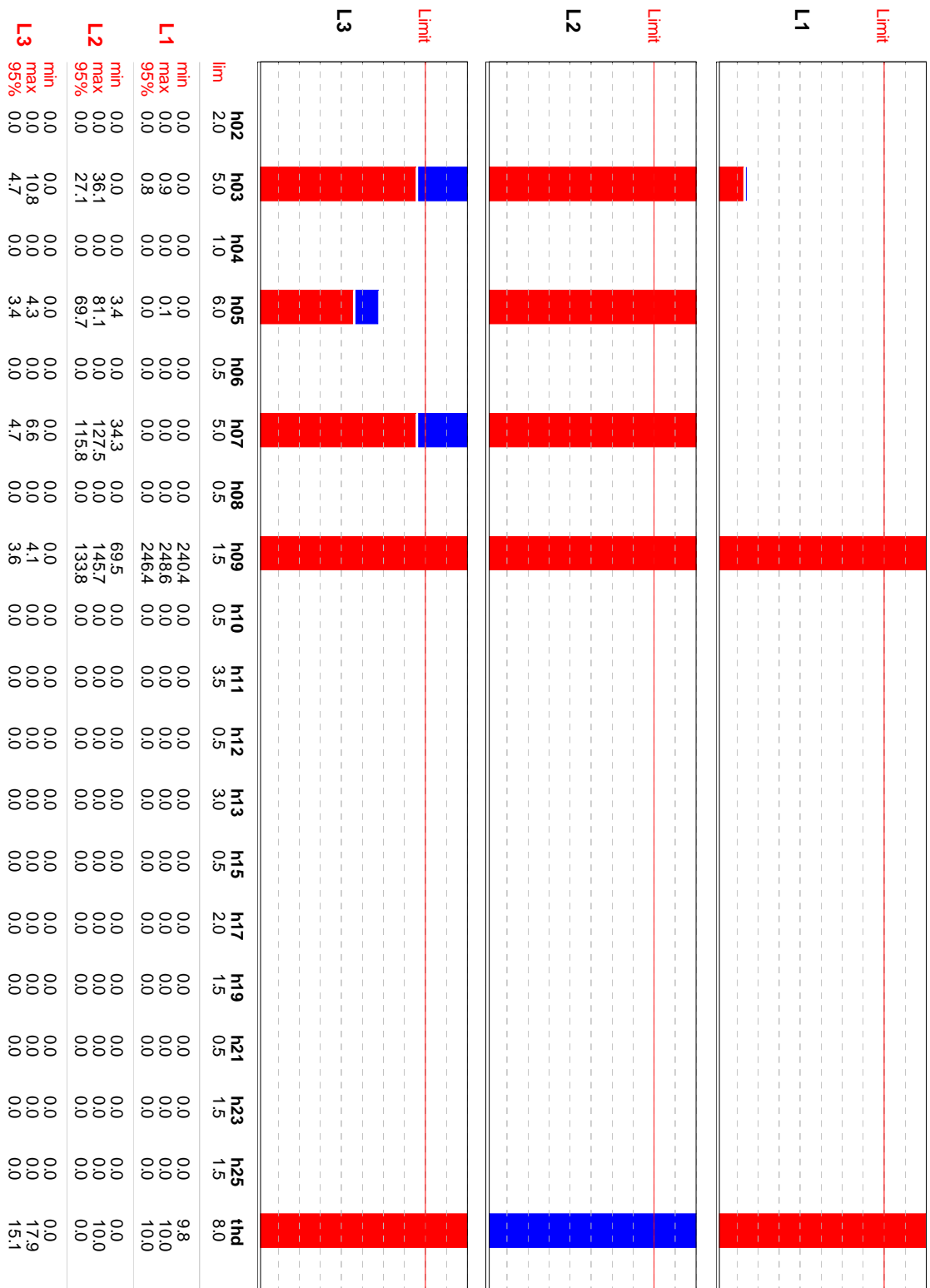
Οι διακυμάνσεις τάσεως προκαλούνται όταν τα φορτία καταναλώνουν ρεύματα που έχουν σημαντικές αιφνίδιες ή περιοδικές διακυμάνσεις. Το κυμαινόμενο ρεύμα που καταναλώνεται από την παροχή, προκαλεί πρόσθετες μειώσεις τάσεως στο σύστημα τροφοδοσίας, που οδηγούν σε διακυμάνσεις της παρεχόμενης τάσης.

Time and date	L1 Pst (Plt)	L2 Pst (Plt)	L3 Pst (Plt)
03.11.2011. 17:59:00	10	10	10
03.11.2011. 18:01:00	10	10	10
03.11.2011. 18:03:00	10	10	10
03.11.2011. 18:05:00	10	10	10
03.11.2011. 18:07:00	10	10	10
03.11.2011. 18:09:00	10	10	10
03.11.2011. 18:11:00	10	10	10
03.11.2011. 18:13:00	10	10	10
03.11.2011. 18:15:00	10	10	10
03.11.2011. 18:17:00	10	10	10
03.11.2011. 18:19:00	10	10	10

5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΙΣ

03.11.2011. 18:21:00	10,00 (10,00)	10,00 (10,00)	10,00 (10,00)
03.11.2011. 18:23:00	10	10	10
03.11.2011. 18:25:00	10	10	10
03.11.2011. 18:27:00	10	10	10
03.11.2011. 18:29:00	10	10	10
03.11.2011. 18:31:00	10	10	10
03.11.2011. 18:33:00	10	10	10
03.11.2011. 18:35:00	10	10	10
03.11.2011. 18:37:00	10	10	10
03.11.2011. 18:39:00	10	10	10
03.11.2011. 18:41:00	10	10	10
03.11.2011. 18:43:00	10	10	10
03.11.2011. 18:45:00	10,00 (10,00)	10,00 (10,00)	10,00 (10,00)
03.11.2011. 18:47:00	10	10	10
03.11.2011. 18:49:00	10	10	10
03.11.2011. 18:51:00	10	10	10
03.11.2011. 18:53:00	10	10	10
03.11.2011. 18:55:00	10	10	10
03.11.2011. 18:57:00	10	10	10
03.11.2011. 18:59:00	10	10	10
03.11.2011. 19:01:00	10	10	10
03.11.2011. 19:03:00	10	10	10
03.11.2011. 19:05:00	10	10	10
03.11.2011. 19:07:00	10	10	10
03.11.2011. 19:09:00	10,00 (10,00)	10,00 (10,00)	10,00 (10,00)

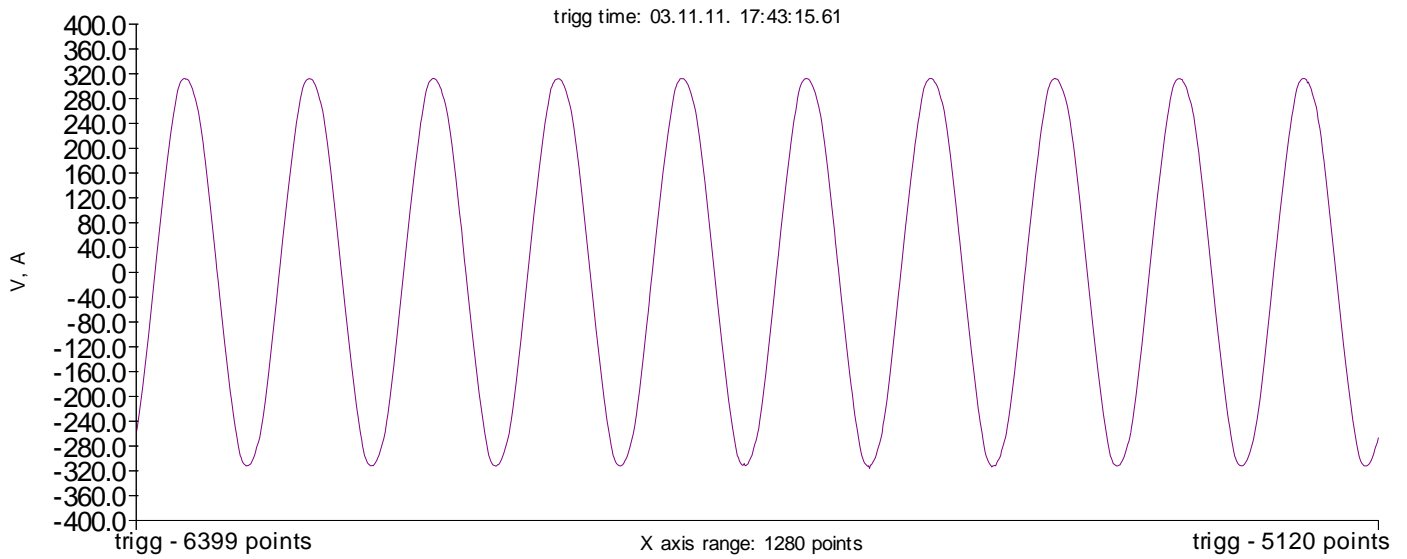
*Πίνακας 5.19: Δεδομένα των φλίκερ*



Σχήμα 5.22: Cumulative Frequency Graphs

(Δεν παρατηρήθηκαν ανωμαλίες στην τάση)

## 5.2.4 Waveforms (Κυματομορφές)

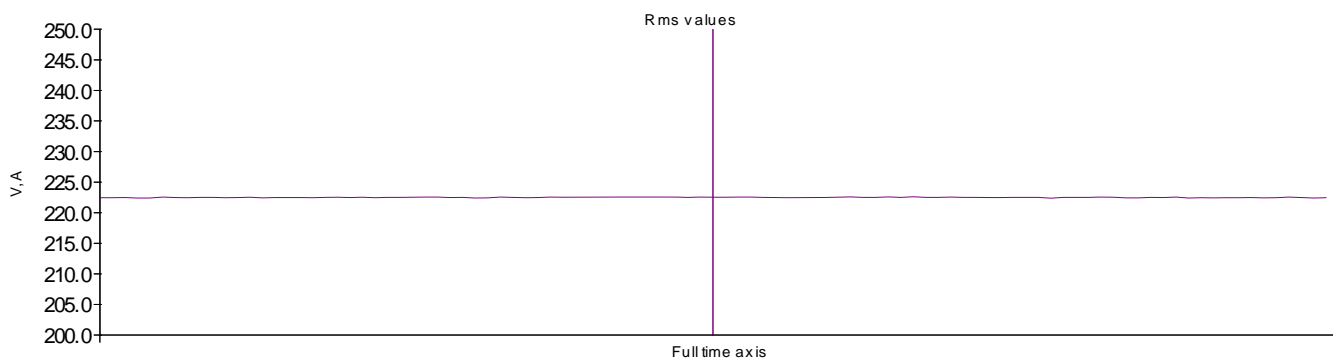


Σχήμα 5.23: Κυματομορφή της τάσεως V1

Point	Phase 1 Voltage
0	-259,42
1	-250,95
2	-239,64
3	-229,24
4	-218,39
5	-206,71
6	-194,01
7	-180,49
8	-167,24
9	-153,44
10	-139,28
11	-125,11
12	-110,76
13	-95,86
14	-81,14
15	-66,42
16	-51,52
17	-35,78
18	-20,51
19	-5,24
20	9,66
21	24,84
22	40,66
23	55,56
24	69,91
25	84,63
26	98,62
27	112,87
28	126,95
29	140,56
30	153,44
31	166,78
32	179,38
33	192,26
34	205,33
35	217,47
36	229,34
37	240,74
38	250,22
39	260,06
40	269,17
41	278,64
42	287,75
43	295,11
44	299,53
45	304,49
46	307,71
47	309,65
48	311,03
49	312,04
50	312,31
51	311,12
52	311,39
53	310,29
54	309
55	305,14
56	302,29
57	298,79
58	295,11
59	288,67
60	283,24
61	278,28

Πίνακας 5.20: Μεγέθη του παραπάνω σχήματος

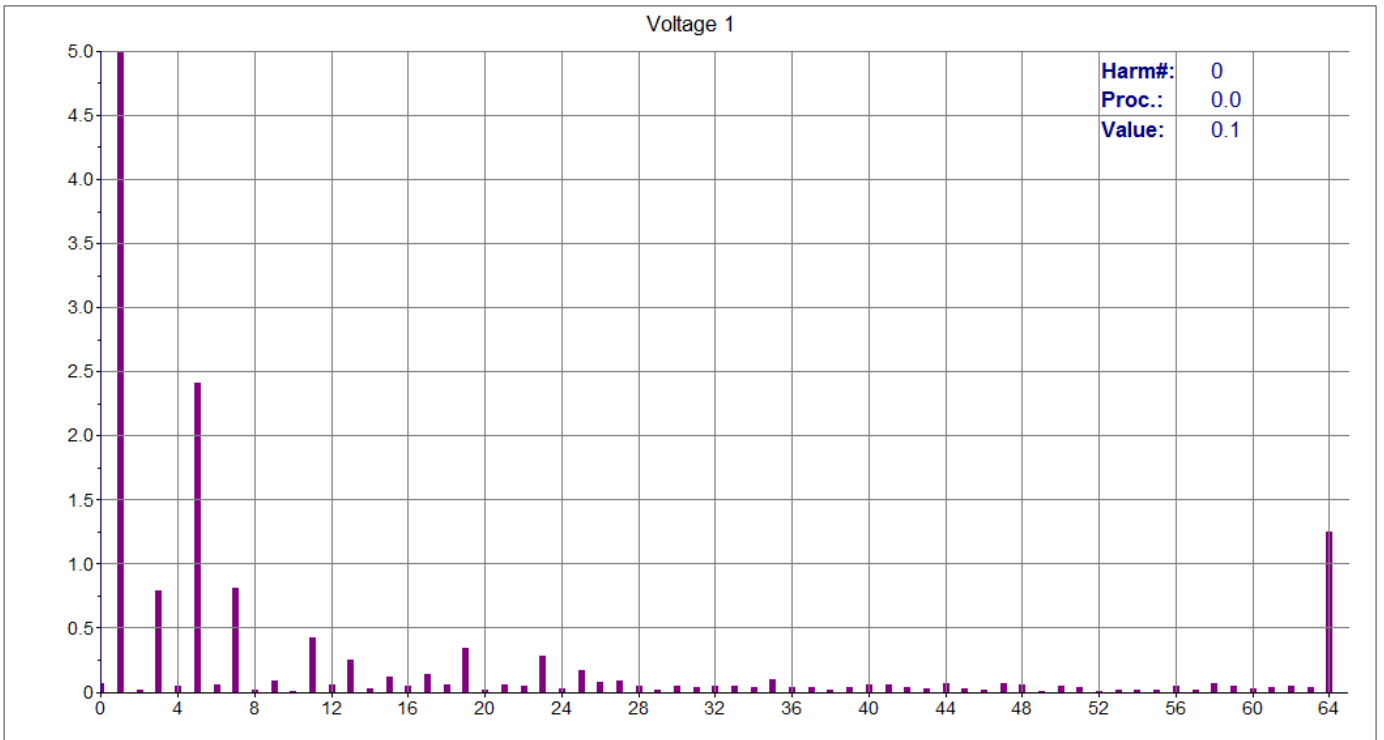




Σχήμα 5.24: RMS της τάσεως V1

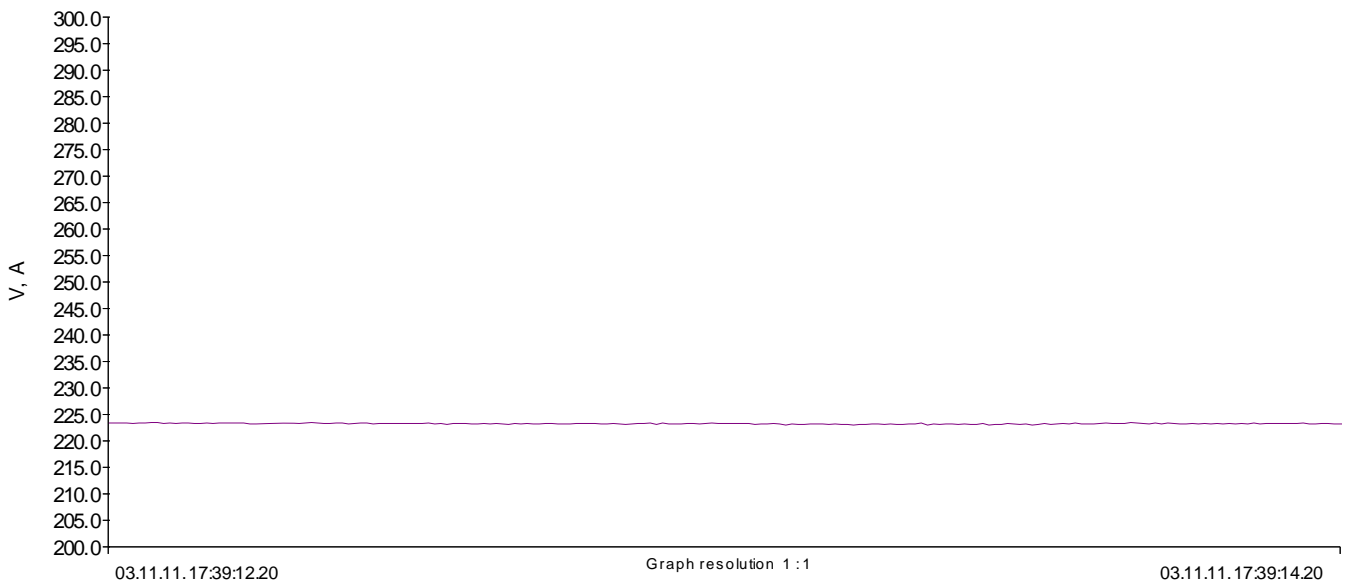
Point	Phase 1 Voltage
0	222,42
1	222,44
2	222,46
3	222,36
4	222,36
5	222,55
6	222,46
7	222,43
8	222,5
9	222,48
10	222,44
11	222,46
12	222,52
13	222,4
14	222,46
15	222,45
16	222,45
17	222,45
18	222,5
19	222,51
20	222,46
21	222,51
22	222,45
23	222,47
24	222,47
25	222,5
26	222,55
27	222,52
28	222,45
29	222,48
30	222,38
31	222,4
32	222,53
33	222,48

Πίνακας 5.21: RMS μεγέθη του παραπάνω σχήματος



Σχήμα 5.25: Αρμονικές της τάσεως V1

### 5.2.5 Fast Logging



Σχήμα 5.26: Διακυμάνσεις της τάσεως V1

Οι μεταβατικές υπερτάσεις είναι ένας όρος που περιγραφεί τις σύντομες, γρήγορα αποσβενύμενες παροδικές διαταραχές της τάσης ή του ρεύματος.

Χωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες: τις κρουστικές υπερτάσεις και τις υπερτάσεις με αποσβενύμενη ταλάντωση.

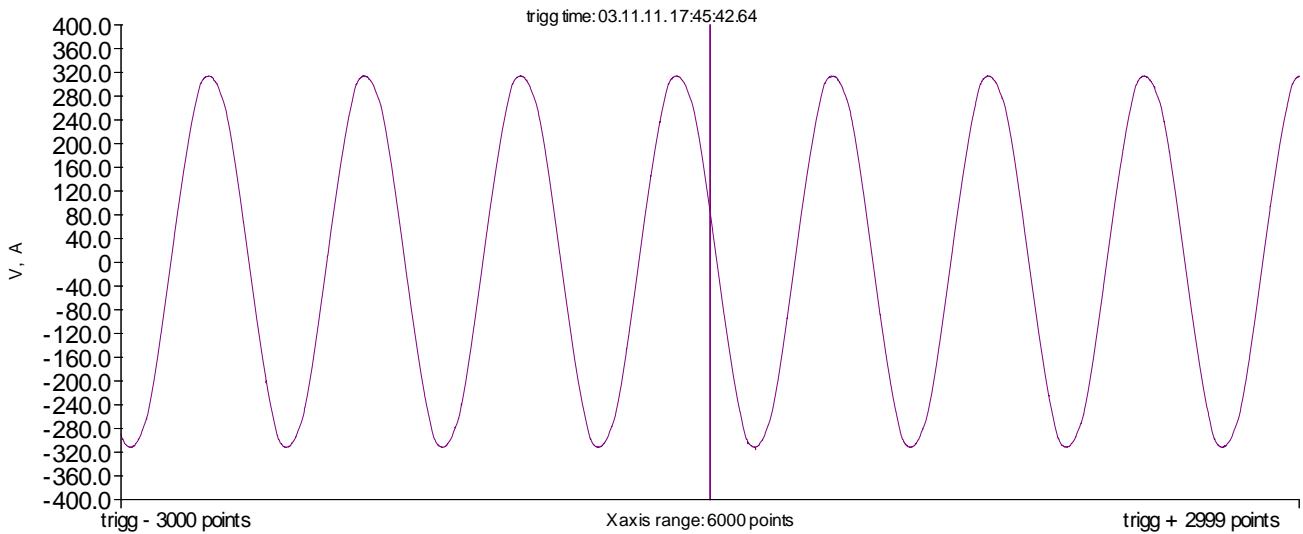
Οι υπερτάσεις που εμφανίζονται μεταξύ του αγωγού τροφοδοσίας και της γείωσης πρέπει να είναι εντός ορίων όπως αυτά ορίζονται από τα πρότυπα. Να σημειωθεί ότι υπάρχουν όρια μόνο για την χαμηλή τάση.

Στη δικιά μας περίπτωση, γίνεται μέτρηση των startups (εκκινήσεων) και των διακυμάνσεων τάσης.

<b>Time and date</b>	<b>Phase 1 Voltage</b>
03.11.11. 17:39:12.20	223,36
03.11.11. 17:39:12.21	223,36
03.11.11. 17:39:12.22	223,36
03.11.11. 17:39:12.23	223,36
03.11.11. 17:39:12.24	223,27
03.11.11. 17:39:12.25	223,36
03.11.11. 17:39:12.26	223,36
03.11.11. 17:39:12.27	223,45
03.11.11. 17:39:12.28	223,45
03.11.11. 17:39:12.29	223,27
03.11.11. 17:39:12.30	223,36
03.11.11. 17:39:12.31	223,27
03.11.11. 17:39:12.32	223,36
03.11.11. 17:39:12.33	223,36
03.11.11. 17:39:12.34	223,27
03.11.11. 17:39:12.35	223,27
03.11.11. 17:39:12.36	223,36
03.11.11. 17:39:12.37	223,27
03.11.11. 17:39:12.38	223,36
03.11.11. 17:39:12.39	223,36
03.11.11. 17:39:12.40	223,36
03.11.11. 17:39:12.41	223,36
03.11.11. 17:39:12.42	223,36
03.11.11. 17:39:12.43	223,17
03.11.11. 17:39:12.44	223,17
03.11.11. 17:39:12.45	223,27
03.11.11. 17:39:12.46	223,27
03.11.11. 17:39:12.47	223,27
03.11.11. 17:39:12.48	223,27
03.11.11. 17:39:12.49	223,36
03.11.11. 17:39:12.50	223,36
03.11.11. 17:39:12.51	223,27
03.11.11. 17:39:12.52	223,36
03.11.11. 17:39:12.53	223,45
03.11.11. 17:39:12.54	223,36
03.11.11. 17:39:12.55	223,27

**Πίνακας 5.22:** Μεγέθη του παραπάνω σχήματος

## 5.2.6 Transients



**Σχήμα 5.27:** Μεταβολές της τάσεως V1

Ταχεία μεταβολή της τάσης καλείται μία γρήγορη μεταβολή στην τάση μεταξύ δύο κανονικών συνθηκών. Μπορεί να προκληθεί με την ζεύξη ή απόζευξη μεγάλων φορτίων στο δίκτυο. Ένα τυπικό παράδειγμα μία ταχείας μεταβολής στην τάση μπορεί να παρατηρηθεί με την εκκίνηση ενός μεγάλου κινητήρα.

Η παρουσία απότομων μεταβολών στην τάση σε ένα σύστημα πρέπει να είναι εντός ορίων, όπως αυτά ορίζονται από τα πρότυπα και είναι διαφορετικά για τη μέση και τη χαμηλή τάση.

Time points (ms)	Phase 1 Voltage
0.00	151,42
0.03	148,94
0.05	146,54
0.08	144,43
0.10	141,67
0.13	140,01
0.15	137,62
0.18	135,41
0.20	133,39
0.23	130,63
0.25	128,61
0.28	126,12
0.30	123,82
0.33	121,61
0.35	119,22
0.38	117,01
0.40	114,62
0.43	112,32
0.45	110,21
0.48	107,72
0.50	105,42

0.53	103,12
0.55	100,92
0.58	98,43
0.60	96,41
0.63	93,74
0.65	91,26
0.68	89,23
0.70	86,47
0.73	84,82
0.75	81,69
0.78	79,48
0.80	78,84
0.83	74,24
0.85	71,94
0.88	69,45

*Πίνακας 5.23: Μεγέθη του παραπάνω σχήματος*

### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Κατά τις μετρήσεις στον χώρο της ραφινερί, παρατηρήθηκαν υψηλές αρμονικές στην I1 (3<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup>), I2 (5<sup>η</sup>), I3 (5<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup>). Δεν παρατηρήθηκαν υψηλές αρμονικές στις τάσεις.

Κατά το πρότυπο EN 50160 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όλες οι τιμές υπερβαίνουν το όριο. Σε αντίθεση με τους αεροσυμπιεστές, εδώ δεν υπάρχει καμία ανωμαλία και διακοπή τάσης.

Δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα όσο αναφορά την κυματομορφή της V1 και την RMS τιμή της.

Προβλήματα επίσης, δεν παρατηρήθηκαν κατά τις εκκινήσεις (fast logging) και δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες μεταβολές στην τάση (transients).

### 5.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ

Μετρήσεις, επίσης, έγιναν και στον κεντρικό πίνακα της ΔΕΗ καθώς και στους τέσσερις μετασχηματιστές που βρίσκονται στους δυο υποσταθμούς του εργοστασίου. Οι μετρήσεις όμως αυτές, δεν έγιναν με τον αναλυτή ενέργειας, αλλά με τους ήδη εγκατεστημένους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας, που βρίσκονται στο εξωτερικό των πινάκων. Οι λόγοι που δεν έγιναν μετρήσεις με τον αναλυτή ενέργειας στα συγκεκριμένα σημεία, έχουν να κάνουν με την ασφάλεια (τα σημεία αυτά δεν παρείχαν επαρκή ασφάλεια).

Παρακάτω, παραθέτονται οι μετρήσεις αυτές.



*Εικόνα 5.6: Υποσταθμός ισογείου*



*Εικόνα 5.7: Υποσταθμός 1<sup>ου</sup> ορόφου*

**A) Κεντρικός πίνακας ΔΕΗ**

Ημερομηνία	V (kW)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	cosφ
5/10/2011	20400	29,7	1001	990	230	0,97
7/10/2011	20300	28,2	980	908	222	0,96

*Πίνακας 5.24: Μεγέθη του κεντρικού πίνακα της ΔΕΗ*

**B1) Μ/Σ 1**



*Εικόνα 5.8: Πίνακας μετασχηματιστή Νο1 (ισόγειο) 1600kVA*

Ημερομηνία	V (kW)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	cosφ
5/10/2011	402	456	313	320	48,4	0,99
7/10/2011	405	467	322	341	48,9	0,99

*Πίνακας 5.25: Μεγέθη του Μ/Σ 1*

**B2) Μ/Σ 3**



*Εικόνα 5.9: Πίνακας μετασχηματιστή Νο3 (ισόγειο) 1600kVA*

Ημερομηνία	V (kW)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	cosφ
5/10/2011	391	202	134	141	22,2	0,99
7/10/2011	387	292	193	196	21	0,99

*Πίνακας 5.26: Μεγέθη του Μ/Σ 3*

**B3) Μ/Σ 4**

*Εικόνα 5.10: Πίνακας μετασχηματιστή Νο4 (1<sup>ος</sup> Όροφος) 1000kVA*

Ημερομηνία	V (kW)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	cosφ
5/10/2011	390	508	267	342	189	0,82
7/10/2011	391	330	182	224	128	0,82

*Πίνακας 5.27: Μεγέθη του Μ/Σ 4*

**B4) Μ/Σ 2**

*Εικόνα 5.11: Πίνακας μετασχηματιστή Νο2 (1<sup>ος</sup> Όροφος) 1000kVA*

Ημερομηνία	V (kW)	I (A)	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	cosφ
5/10/2011	392	291	163	188	97	0,86
7/10/2011	391	288	157	179	96	0,87

*Πίνακας 5.28: Μεγέθη του Μ/Σ 2*



## 6<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΪΣ”

#### 6.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ



Εικόνα 6.1 Εξέλιξη λαμπτήρων στη διάρκεια του χρόνου

##### 6.1.1 Χρήση φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων υψηλής απόδοσης

Η συγκεκριμένη δράση αποτελεί το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα κτίριο. Η επιλογή των φωτιστικών και των λαμπτήρων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε εσωτερικό χώρο πρέπει να γίνεται συνειδητά, έχοντας ληφθεί υπ' όψιν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτιστικών και των λαμπτήρων που θα χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τις φωτιστικές ανάγκες του χώρου.

##### 6.1.1.1 Χρησιμοποίηση ηλεκτρικών διατάξεων έναυσης (ballast)

Εκτιμάται γενικώς ότι η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast αντί των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast (στραγγαλιστικών πηνίων), μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας έως και 25%. Το ποσοστό αυτό προκύπτει από τη σύγκριση της κατανάλωσης μια εγκατάστασης φωτισμού στην οποία χρησιμοποιούνται συμβατικά ballast, με την κατανάλωση που θα είχε η ίδια εγκατάσταση (ίδια φωτιστικά, ίδιοι λαμπτήρες) εάν χρησιμοποιούνταν

ηλεκτρονικά ballast. Η μειωμένη κατανάλωση στη δεύτερη περίπτωση, αποδίδεται κυρίως στους εξής λόγους:

- Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα
- Μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast
- Καλύτερη απόδοση λαμπτήρα

Η ονομαστική φωτεινή ροή των λαμπτήρων που παρέχουν οι κατασκευαστές, έχει μετρηθεί με πρότυπα ballast. Η απόδοση αυτή όμως, ουδέποτε επιτυγχάνεται με τα κοινά ballast του εμπορίου. Η πραγματική απόδοση των λαμπτήρων, κυμαίνεται συνήθως σε ποσοστά 80%-95% της ονομαστικής (ballast factor B.F.= 0,8-0,95). Άρα η ονομαστική απόδοση των λαμπτήρων είναι ανέφικτο μέγεθος με τα συμβατικά ηλεκτρομαγνητικά ballast.

Αντιθέτως, τα ηλεκτρονικά ballast ανυψώνουν την απόδοση των λαμπτήρων κατά 12% περίπου (B.F.= 1,12) ή και έως 18%. Αυτό αυτομάτως σημαίνει ότι μια εγκατάσταση φωτισμού που λειτουργεί με ηλεκτρονικά ballast (B.F.= 1,12) απαιτεί  $(112-95)/95= 18\%$  περίπου λιγότερα φωτιστικά από την ίδια εγκατάσταση (ίδιος χώρος, ίδια φωτιστικά) με ηλεκτρομαγνητικά ballast καλής ποιότητας (B.F.= 0,95).

Το πλεονέκτημα αυτό, των ηλεκτρονικών ballast, είναι αξιοποιήσιμο κυρίως στις νέες εγκαταστάσεις, οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν με λιγότερα φωτιστικά χωρίς να μειώνεται η στάθμη φωτισμού και να υποβαθμίζεται η ποιότητά του. Το όφελος τότε είναι μεγαλύτερο διότι όχι μόνο μειώνεται το κόστος λειτουργίας (εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους συντήρησης), αλλά και το κόστος εγκατάστασης (λιγότερα φωτιστικά). Φυσικά, η μείωση στο κόστος εγκατάστασης δεν αντισταθμίζει το σαφώς υψηλότερο κόστος αγοράς των φωτιστικών με ηλεκτρονικό ballast. Όμως, το υψηλότερο αυτό κόστος αποσβένεται σε σύντομο χρονικό διάστημα λόγω του χαμηλότερου κόστους λειτουργίας.

#### 6.1.1.2 Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα - Μικρότερες απώλειες στο ballast

Όπως προαναφέρθηκε, η κατανάλωση ενέργειας στον λαμπτήρα είναι μικρότερη όταν αυτός λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast. Για παράδειγμα, ο λαμπτήρας ονομαστικής ισχύος 36W καταναλώνει 32W, ενώ με συμβατικό ballast η κατανάλωσή του θα ήταν ίση με την ονομαστική (36W). Επιπροσθέτως, οι απώλειες του ηλεκτρονικού ballast είναι μικρότερες του συμβατικού. Για παράδειγμα, σε ένα τυπικό φωτιστικό 2x36W απαιτείται 1 ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 8W, ενώ στη συμβατική λειτουργία απαιτούνται 2 ηλεκτρομαγνητικά ballast με απώλειες 2x8,1W, άρα το φωτιστικό με ηλεκτρονική λειτουργία θα καταναλώνει  $2x32W+8W= 72W$ , ενώ με τη συμβατική  $2x(36W+8,1W)= 88,2W$ . Το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας εξαρτάται από τον τύπο του συμβατικού φωτιστικού που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κατανάλωσης αναφοράς. Πάντως, η εξοικονόμηση κατά μέσο όρο ανέρχεται στο ύψος του 15% χωρίς να αποκλείονται αποκλίσεις προς τα κάτω (για φωτιστικά ενός λαμπτήρα) ή προς τα πάνω (για φωτιστικά περισσότερων λαμπτήρων).

Το πλεονέκτημα αυτό των ηλεκτρονικών ballast είναι αξιοποιήσιμο στις νέες αλλά και στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Τα φωτιστικά σώματα που λειτουργούν με λαμπτήρες φθορισμού T8, επιδέχονται την αλλαγή αυτή, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος στο εσωτερικό τους για την τοποθέτηση του ηλεκτρονικού ballast, και αφού γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές στην εσωτερική καλωδίωση. Σημειώνεται ότι το ηλεκτρονικό ballast υποκαθιστά επίσης τη λειτουργία του εκκινητή (starter) του συμβατικού φωτιστικού, άρα ο εκκινητής και η καλωδίωσή του, καταργούνται στο τροποποιημένο φωτιστικό.

Σε αρκετές περιπτώσεις, το εργατικό κόστος για τις επεμβάσεις στο εσωτερικό των υφιστάμενων φωτιστικών (μαζί με το κόστος των υλικών), είναι υψηλότερο του κόστους της εξ' ολοκλήρου αντικατάστασης των φωτιστικών με καινούρια που φέρουν ηλεκτρονικά ballast. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση, ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι πολύ μικρός (έως 5 χρόνια). Ένας επιπλέον λόγος για μια τέτοια ριζική επέμβαση είναι ότι η απόδοση των υφιστάμενων φωτιστικών μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου, με αποτέλεσμα να απαιτούνται εργασίες συντήρησής τους για να φωτίζουν επαρκώς.

Τα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T5 εξαιρούνται εκ των πραγμάτων από μια τέτοια παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας (αντικατάσταση ballast) διότι οι λαμπτήρες αυτοί λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικά ballast, συνεπώς φωτιστικά με λαμπτήρες T5 και ηλεκτρομαγνητικό ballast, δεν υφίστανται. Αυτό σημαίνει ότι η χρησιμοποίηση φωτιστικών με λαμπτήρες T5 ενδείκνυται σε νέες εγκαταστάσεις ή σε περιπτώσεις αντικατάστασης των ίδιων των φωτιστικών.

Σημειώνεται ότι το ενεργειακό κέρδος της τάξης του 25% μπορεί να αυξηθεί ακόμη περισσότερο εάν ληφθεί υπ' όψιν ότι υπολογίσθηκε με αναφορά στην ονομαστική απόδοση του λαμπτήρα που παρέχουν οι κατασκευαστές για λειτουργία με συμβατικό ballast, ενώ είναι γνωστό ότι αρκετά ballast του εμπορίου εμφανίζουν σημαντικά μικρότερες αποδόσεις.

Πέραν όμως αυτών των λόγων, που έχουν άμεση επίπτωση στην κατανάλωση ενέργειας, υπάρχουν και άλλοι, εξίσου σημαντικοί, όπου η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast επιφέρει εμμέσως περαιτέρω εξοικονόμηση. Οι περιπτώσεις αυτές αφορούν στη χρησιμοποίηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν μόνο με ηλεκτρονικά ballast. Είναι δηλαδή, άρρηκτη η συμμετοχή των ηλεκτρονικών ballast για την εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών, εξού και ο χαρακτηρισμός ως έμμεσης της συμβολής τους στη μείωση της κατανάλωσης.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής λόγοι:

- Δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας του λαμπτήρα (dimming) μέσω αισθητήρων και ρυθμιστών φωτισμού (dimmers). Η ρύθμιση αυτή είναι αδύνατη με συμβατικά ballast. Το χαρακτηριστικό αυτό, αλλά γενικότερα, η δυνατότητα ρύθμισης και ελέγχου του φωτιστικού με σήματα χαμηλής τάσης στο ballast, καθιστούν τα φωτιστικά κατάλληλα για τη λειτουργία τους με απλούς αυτοματισμούς. Η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με τοπικά συστήματα dimming, κυμαίνεται από 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου.
- Δυνατότητα ένταξης της εγκατάστασης σε σύστημα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων (BEMS - Building Energy Management System). Η

δυνατότητα αυτή θα ήταν αδύνατη με συμβατικά ηλεκτρομαγνητικά ballast, διότι αυτά, πρακτικά, δεν συνεργάζονται με τα συστήματα BEMS. Η εξοικονόμηση ενέργειας με συστήματα BEMS κυμαίνεται από 10% έως 35% ανάλογα με τη χρήση του χώρου (η εξοικονόμηση αυτή δεν είναι προσθετική στην αντίστοιχη που επιτυγχάνεται με το dimming, αλλά την εμπεριέχει).

Δεν πρέπει να παραληφθούν και μερικοί άλλοι, δευτερεύοντες λόγοι, για τους οποίους εξοικονομείται ενέργεια και μειώνεται το κόστος λόγω της χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών ballast.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής:

- Δυνατότητα λειτουργίας περισσότερων λαμπτήρων (έως 4) με 1 μόνο ηλεκτρονικό ballast και κατά συνέπεια μικρότερες απώλειες. Αντιθέτως, το συμβατικό ηλεκτρομαγνητικό ballast δεν μπορεί να λειτουργήσει με περισσότερους των δυο λαμπτήρων. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται το παράδειγμα τυπικού φωτιστικού 4x18W το οποίο καταναλώνει 86,8W (4x18W+7,4W) όταν λειτουργεί με συμβατικά ballast (1 ballast ανά 2 λαμπτήρες σε σειρά), ενώ η κατανάλωσή του μειώνεται στα 74W (4x16W+10W) όταν 1 ηλεκτρονικό αντικαταστήσει τα 2 συμβατικά.
- Το ηλεκτρονικό ballast διακόπτει τη λειτουργία του όταν ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί (λόγω γήρανσης κ.λπ.), ενώ το συμβατικό ballast εξακολουθεί να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να καταναλώνει ενέργεια.
- Μεγαλώνει σημαντικά η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων (έως 50%). Άρα, μειώνεται στο μισό το κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων.
- Βελτιώνεται ο συντελεστής συντήρησης των λαμπτήρων. Αυτό σημαίνει ότι η στάθμη φωτισμού επιτυγχάνεται με λιγότερα φωτιστικά αν χρησιμοποιηθούν ηλεκτρονικά ballast αντί των συμβατικών. Στην περίπτωση αυτή, η απόδοση των λαμπτήρων μειώνεται λιγότερο κατά τη διάρκεια ζωής τους απ' ό,τι αν λειτουργούσαν με συμβατικά ballast. Εκτιμάται ότι, γι' αυτόν και μόνο τον λόγο, σ' ένα καθαρό εργασιακό χώρο, τα απαιτούμενα φωτιστικά μπορούν να μειωθούν κατά 6% περίπου.

Άξια λόγου είναι επίσης η βελτίωση της ποιότητας του φωτισμού διότι η λειτουργία των ηλεκτρονικών ballast σε υψηλές συχνότητες (>24kHz), εξαλείφει τα εγγενή μειονεκτήματα των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών, όπως το βούισμα και το τρεμόσβημα, τα οποία προκαλούνται από τη χαμηλή συχνότητα λειτουργίας τους (50Hz). Τέλος, επισημαίνεται ότι εντός λίγων ετών δεν θα επιτρέπεται η διάθεση των ενεργοβόρων ηλεκτρομαγνητικών ballast, σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### 6.1.1.3 Χρησιμοποίηση κατάλληλων λαμπτήρων T5

Η σημαντικότερη δράση για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας όσον αφορά στους λαμπτήρες, είναι η χρησιμοποίηση λαμπτήρων T5.

Οι λαμπτήρες T5 αποτελούν τη νέα γενιά λαμπτήρων φθορισμού. Λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικό ballast. Οι διαστάσεις τους (διάμετρος σωλήνα 5/8" ~16mm) είναι διαφορετικές από τις διαστάσεις των λαμπτήρων T8 (διάμετρος σωλήνα 8/8" ~26mm) και T12 (διάμετρος σωλήνα 12/8" ~38mm), άρα δεν είναι δυνατόν να τους αντικαταστήσουν σε υφιστάμενα φωτιστικά. Μια τέτοια αντικατάσταση άλλωστε, δεν έχει λόγους να γίνει, όπως εξηγείται παρακάτω.

Η απόδοση του συστήματος λαμπτήρα T5 και ballast (απαραιτήτως ηλεκτρονικού), μπορεί να προσεγγίσει τα 92 lm/W (αναλόγως του τύπου και της ονομαστικής ισχύος του λαμπτήρα). Η απόδοση του συμβατικού λαμπτήρα T8 και ηλεκτρομαγνητικού ballast, δεν μπορεί να υπερβεί τα 76 lm/W. Άρα, η απόδοση των λαμπτήρων T5 μπορεί να είναι έως και 21% υψηλότερη. Όταν όμως οι T8 λειτουργούν με ηλεκτρονικό ballast, τότε οι διαφορές στην απόδοση με τους λαμπτήρες T5, μειώνονται αισθητά. Ούτως ή άλλως, δεν είναι δυνατόν να γίνουν απόλυτες συγκρίσεις δεδομένου ότι οι λαμπτήρες T5 διατίθεται σε διαφορετικές ονομαστικές ισχύς από τους T8, οπότε δεν υπάρχουν συγκρίσιμα φωτιστικά.

Σε γενικές γραμμές, η αντικατάσταση φωτιστικών λαμπτήρων T8 ηλεκτρονικής έναυσης με παρεμφερή φωτιστικά λαμπτήρων T5, δεν αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη και κατά πάσα πιθανότητα δεν θα είναι οικονομικά συμφέρουσα (μεγάλος χρόνος απόσβεσης). Εάν οι λαμπτήρες T8 μιας εγκατάστασης φωτισμού λειτουργούν ήδη με ηλεκτρονικά ballast, τότε δεν υπάρχει ουσιαστικό ενεργειακό όφελος για την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων T8 με φωτιστικά T5.

### 6.1.1.4 Χρησιμοποίηση κατάλληλων φωτιστικών

Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων δεν μπορεί να γίνεται με τα κριτήρια αισθητικής αντίληψης του διακοσμητή. Απαιτείται εξειδικευμένη «ανάγνωση» των τεχνικών χαρακτηριστικών τους, όπως ο τύπος κατανομής της φωτεινής ροής, ο συντελεστής απόδοσης, η κατανομή λαμπρότητας, η κατανάλωση ενέργειας, η δυνατότητα dimming, ο τύπος του ανακλαστήρα ή του διαχύτη κ.λπ..

Όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση (lm/W) της εγκατάστασης φωτισμού, θα πρέπει να προτιμώνται τα επιμήκη (π.χ. 2x36W T8, 2x39W T5 κ.λπ.) από τα τετράγωνα (π.χ. 4x18W T8, 4x24W T5 κ.λπ.) φωτιστικά, καθώς η απόδοση των λαμπτήρων αυξάνεται με την ονομαστική ισχύ τους. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου τύπου λαμπτήρων T5, προκύπτει ότι η απόδοσή τους είναι 96 lm/W στην ονομαστική ισχύ των 14W, 100 lm/W στα 21W και 104 lm/W στα 28W. Τα μεγέθη αυτά για τους συμβατικούς λαμπτήρες T8 είναι 64 lm/W στα 18W και 79 lm/W στα 36W ή 58W. Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή φωτιστικών με λαμπτήρες μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος, δηλαδή μεγαλύτερου μήκους, είναι ενεργειακά επωφελής. Ως τυπικό παράδειγμα μιας τέτοιας επιτυχούς επιλογής είναι η προτίμηση φωτιστικών 2x36W αντί των 4x18W.

Σημαντικός παράγοντας είναι, επίσης, ο τύπος και το υλικό κατασκευής του οπτικού συστήματος του φωτιστικού (διαχυτής, κάτοπτρο, περσίδες κ.λπ.). Οι συνθετικοί διαχύτες έχουν συνήθως μικρότερο βαθμό απόδοσης (LOR) και χειρότερο συντελεστή συντήρησης. [10], [11], [23]

### 6.1.2 Εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού

Η αποτελεσματικότερη δράση για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, είναι η χρησιμοποίηση αισθητήρων σύζευξης τεχνητού - φυσικού φωτισμού. Πρόκειται για μια δράση τοπικών αυτοματισμών, με την έννοια ότι αυτόνομοι αισθητήρες τοποθετούνται στους επιμέρους χώρους του κτιρίου, η οποία συνδυάζει το ελάχιστο κόστος εγκατάστασης με τη μεγαλύτερη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας και την ελάχιστη όχληση στους χρήστες.

Η δράση αυτή υπόκειται στις δράσεις τοπικών αυτοματισμών έτσι ώστε να διαχωριστεί από τη δράση εξοικονόμησης ενέργειας που προϋποθέτει εγκατάσταση συστήματος κεντρικής διαχείρισης (BEMS). Το ότι πρόκειται για δράση τοπικών αυτοματισμών, πρακτικά σημαίνει ότι ένας αυτόνομος αισθητήρας φωτισμού (photosensor) ελέγχει ομάδα φωτιστικών που βρίσκονται σε παραπλήσιες θέσεις ή είναι τοποθετημένος σε μεμονωμένο φωτιστικό και ελέγχει μόνο αυτό.

- Τα πιο κοινά συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού είναι:
- ❖ Συστήματα έναυσης / σβέσης: ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο προκαλεί ξαφνικές και έντονες αλλαγές της στάθμης φωτισμού, μπορεί να προκαλεί δυσαρέσκεια στους χρήστες, με αποτέλεσμα ο συντηρητής ηλεκτρολόγος του κτιρίου να αναγκαστεί να το απενεργοποιήσει. Αυτό θα συντελέσει στο να μην αποσβεστεί το κόστος επένδυσης. Κατά κύριο λόγο, ένα τέτοιο σύστημα ενδείκνυται να χρησιμοποιείται σε χώρους που δέχονται άπλετο φως, όπως σε εξωτερικούς χώρους και στον οδοφωτισμό, όπου η συχνότητα έναυσης / σβέσης είναι περιορισμένη. Επίσης, είναι σημαντικό να προβλέπεται χρονική υστέρηση στο σύστημα ελέγχου, ώστε να αποφεύγεται επαναλαμβανόμενη συχνή έναυση / σβέση, που μπορεί να προκαλείται για παράδειγμα από κινούμενη νέφωση.
  - ❖ Βηματικά συστήματα: είναι ίδια με τα προηγούμενα αλλά με μία ή δυο ενδιάμεσες θέσεις μεταξύ των θέσεων έναυσης και σβέσης.
  - ❖ Συστήματα ρύθμισης φωτεινής ροής: αυτά εξασφαλίζουν ότι η συνολική ποσότητα φυσικού και τεχνητού φωτισμού φτάνει πάντοτε τη στάθμη στην οποία έχει ρυθμιστεί το σύστημα. Εάν η απαιτούμενη στάθμη εξασφαλίζεται μόνο με φυσικό φως, τότε η ροή του τεχνητού συστήματος ελαχιστοποιείται. Σε αντίθεση με το σύστημα έναυσης / σβέσης, το σύστημα ελέγχου φωτεινής ροής δεν ενοχλεί τους χρήστες και η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας είναι μεγαλύτερη, αφού οι χρήστες δεν το απενεργοποιούν. Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων επέτρεψε τη χρήση των συστημάτων αυτών και στο φωτισμό φθορισμού.

Το κριτήριο για την επιλογή συστήματος σύζευξης φυσικού / τεχνητού φωτισμού είναι η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού στο χώρο. Ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα σύζευξης είναι οι χώροι με άπλετο φυσικό φως.

Τόσο η αυτόματη, όσο και η χειροκίνητη έναυση και σβέση των λαμπτήρων έχουν επιπτώσεις στο χρόνο ζωής των λαμπτήρων. Εντούτοις, αυτή η επίδραση είναι ελάχιστη, ενώ το ενεργειακό όφελος από το σβήσιμο των λαμπτήρων καλύπτει το κόστος μείωσης του χρόνου ζωής τους. Υπο την προϋπόθεση ότι οι λαμπτήρες πρόκειται να παραμένουν σβηστοί για χρονικό διάστημα περισσότερο των δυο ή τριών λεπτών, είναι πάντα οικονομικά αποδοτικότερο να σβήνουν.

Οι μόνιμοι χρήστες ενός χώρου πρέπει να είναι ενήμεροι για την ύπαρξη το συστήματος ελέγχου φωτισμού, τον τρόπο λειτουργίας του και πως μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτό. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις ανακαινίσεις εγκαταστάσεων, όπου μπορεί να παρουσιαστεί αντίδραση στην εγκατάσταση των συστημάτων ελέγχου φωτισμού εάν οι χρήστες του κτιρίου δεν ενημερωθούν πλήρως για το νέο σύστημα.

Η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων ελέγχου του φωτισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Σε κτίρια γραφείων η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί κατά 30% έως 50%. Η απόσβεση του κόστους εφαρμογής μπορεί να επιτευχθεί σε 2 έως 3 έτη.



*Εικόνα 6.1 Μείωση του τεχνητού φωτισμού, με αξιοποίηση του φυσικού. Πηγή: ΚΑΠΕ*

### 6.1.3 Συστήματα κεντρικής διαχείρισης

Τα συστήματα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων συνιστούν ολοκληρωμένη λύση για την εποπτεία της λειτουργίας των κτιρίων, τον έλεγχο των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (και όχι μόνο) και τη διαχείρισή τους. Η ορθολογική χρήση ενέργειας είναι μια μόνο από τις παραμέτρους που επηρεάζεται από την ύπαρξη αυτών των συστημάτων και η συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ένα μόνο από τα πλεονεκτήματα της λειτουργίας τους. Όλες οι παραπάνω λειτουργίες τοπικών αυτοματισμών μπορούν να εκτελεστούν από ένα στοιχειωδώς απλό BEMS. Επιπλέον, οι αυτοματοποιημένες λειτουργίες δεν αντιμετωπίζονται αυτόνομα και τοπικά σε κάθε διακριτό χώρο, αλλά ενσωματώνονται στο ολοκληρωμένο σύστημα του κτιρίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διασύνδεση των αυτοματισμών και την αλληλοεπίδραση των διακριτών λειτουργιών.

Ουσιαστική επίσης, είναι η διαφορά στο κόστος εγκατάστασης. Το κόστος εγκατάστασης αυτόνομων αυτοματισμών σε περισσότερους διακριτούς

χώρους, είναι σχεδόν ακέραιο πολλαπλάσιο της εγκατάστασης του ενός. Αντίθετα, στο ολοκληρωμένο BEMS του κτιρίου, οι επιμέρους μονάδες έχουν πολλαπλές λειτουργίες με συνέπεια τον επιμερισμό του κόστους. Τα BEMS εξοικονομούν ενέργεια στη θέρμανση και ψύξη των κτιρίων, στο φωτισμό αλλά και σε άλλες καταναλώσεις (ζεστό νερό χρήσης, αρδεύσεις, ανελκυστήρες κ.λπ.). έχει διαπιστωθεί με μετρήσεις εξειδικευμένων φορέων, ότι η εγκατάσταση συστήματος κεντρικής διαχείρισης επιτυγχάνει, σε συνδυασμό με τις δράσεις που ελέγχει, εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό από 10% έως 35% ανάλογα με το είδος της χρήσης του κτιρίου.

Το κόστος εγκατάστασης συστήματος κεντρικής διαχείρισης είναι αρκετά υψηλότερο από το αντίστοιχο μιας συμβατικής εγκατάστασης. Όμως, η εφαρμογή του σε σύγχρονα επαγγελματικά κτίρια, αποσβένει το κόστος της σε λογικό χρονικό διάστημα, καθιστώντας την επένδυση συμφέρουσα.

Οποσδήποτε, για την εγκατάσταση BEMS απαιτείται τεχνικοοικονομική μελέτη, η οποία θα εκτιμήσει το χρόνο απόσβεσης σύμφωνα με τις λειτουργίες του κτιρίου. Η συνεχιζόμενη διείσδυση των BEMS στην κατασκευή κτιρίων και η συνεπαγόμενη αύξηση πωλήσεων, θα μειώσει περαιτέρω το κόστος τους και το χρόνο απόσβεσης, αυξάνοντας έτσι ακόμα περισσότερο τα οφέλη, ενεργειακά και λειτουργικά, από μια τέτοια επένδυση.

#### **6.1.4 Εφαρμογή προγράμματος συντήρησης της εγκατάστασης φωτισμού**

Η απόδοση μιας εγκατάστασης φωτισμού μειώνεται με το χρόνο, λόγω της επικάλυψης ρύπων στις επιφάνειες των φωτιστικών και των λαμπτήρων, της γήρανσης των υλικών των φωτιστικών τα οποία συμμετέχουν στην εκπομπή φωτός (ανακλαστήρες, περσίδες, διαχύτες, κ.λπ.), καθώς και της γήρανσης των λαμπτήρων και των ballast. Οι παράγοντες αυτοί συνιστούν το συντελεστή συντήρησης της εγκατάστασης φωτισμού, ο οποίος εκφράζει τη μείωση φωτισμού και για να αντισταθμιστεί, προσαυξάνεται ο αριθμός των φωτιστικών, ώστε το επίπεδο φωτισμού να μην πέφτει κάτω από την επιθυμητή τιμή λόγω της αναπόφευκτης μείωσης της απόδοσης που θα επέλθει με το πέρασμα του χρόνου.

Εξειδικευμένοι φορείς που διεξήγαγαν μετρήσεις σε εγκαταστάσεις φωτισμού κτιρίου γραφείων, διαπίστωσαν ότι η μείωση του φωτισμού στις πλημμελώς συντηρημένες εγκαταστάσεις, υπερβαίνει το 40%, ενώ αν η συντήρηση είναι τακτική τότε η μείωση δεν υπερβαίνει το 25%. Οι μετρήσεις που έγιναν σε τυπικούς επαγγελματικούς χώρους, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι εξοικονομείται ενέργεια της τάξης του 15% εάν τα φωτιστικά καθαρίζονται ανά έτος με ταυτόχρονη αντικατάσταση του 1/3 των λαμπτήρων (έστω και αν λειτουργούν). Αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τους φορείς που διεξήγαγαν τις μετρήσεις, στην πλημμελώς συντηρημένη εγκατάσταση, ο καθαρισμός και η αντικατάσταση των λαμπτήρων γίνονταν ανά 3 χρόνια.

Σημειώνεται ότι η απόδοση των απλών λαμπτήρων φθορισμού μειώνεται κατά 30% όταν υπερβούν το 70% της διάρκειας ζωής τους. Το ποσοστό αυτό είναι ενδεικτικό και δεν χαρακτηρίζει όλους τους τύπους των λαμπτήρων. Ο βαθμός μείωσης εξαρτάται από τον τύπο του λαμπτήρα και το είδος της έναυσης. Αρκετοί κατασκευαστές παρέχουν, πέραν της μέσης διάρκειας ζωής, την οικονομική διάρκεια ζωής η οποία υποδηλώνει το χρόνο λειτουργίας πέραν



του οποίου η λειτουργία του λαμπτήρα είναι ασύμφορη. Άρα, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων της εγκατάστασης φωτισμού, θα πρέπει να λαμβάνονται από το πρόγραμμα συντήρησης ώστε να αντικαθίστανται έγκαιρα και οπωσδήποτε πριν το τέλος της ζωής τους.

Η κάθε επιχείρηση οφείλει να τηρεί τακτικό πρόγραμμα συντήρησης, σύμφωνα με το οποίο σε καθορισμένο χρόνο θα ανοίγονται τα φωτιστικά, θα καθαρίζονται εσωτερικά και εξωτερικά και θα αντικαθίστανται οι λαμπτήρες και τα άλλα εξαρτήματα που επηρεάζονται από τη γήρανση (εκκινητές, ballast κ.λπ.). Στο πρόγραμμα θα πρέπει να αναφέρεται ο τύπος των υλικών της εγκατάστασης και ο συνιστώμενος χρόνος αντικατάστασής τους, ο οποίος θα διαφέρει κατά περίπτωση (μικρότερος για τους λαμπτήρες, μεγαλύτερος για τα ballast κ.λπ.). Λαμβανομένων υπ' όψιν των πλημμελών συνθηκών συντήρησης των φωτιστικών στη χώρα μας, εκτιμάται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας θα είναι μεγαλύτερη του 15% που μετρήθηκε σε χώρες με πιο οργανωμένα και αυστηρά προγράμματα λειτουργίας. [10], [11], [23]

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ**

- ✓ Αντικατάσταση των ηλεκτρομαγνητικών με ηλεκτρονικά ballast
- ✓ Εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού (συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού)
- ✓ Εφαρμογή προγράμματος συντήρησης της εγκατάστασης φωτισμού

## 6.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ

### 6.2.1 Εισαγωγή

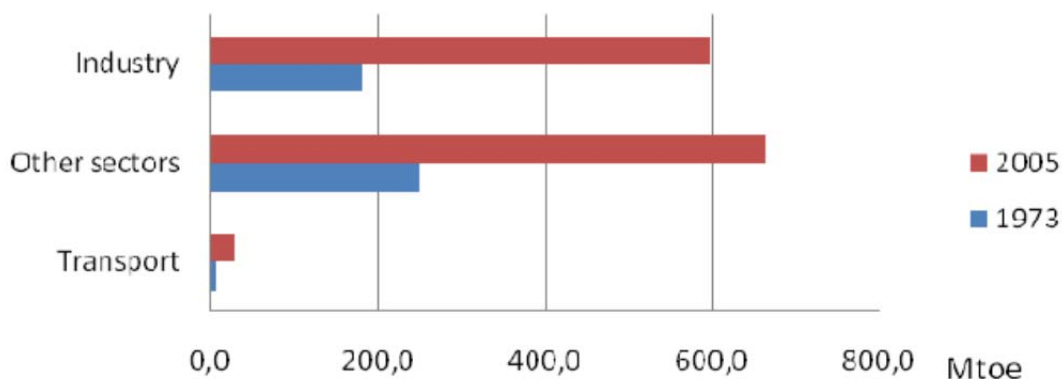
Τα Ηλεκτρικά Κινητήρια Συστήματα είναι τεχνικές διατάξεις, που μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανικό έργο. Τα κύρια συνιστώσα στοιχεία αυτού, είναι ο ηλεκτρικός κινητήρας και η μηχανή παραγωγής έργου. Ο ηλεκτρικός κινητήρας τροφοδοτείται είτε από μια ηλεκτρική πηγή σταθερών ηλεκτρικών χαρακτηριστικών μέσω απλής διακοπτικής διάταξης, είτε παρεμβάλλοντας έναν ηλεκτρονικό μετατροπέα ισχύος για τη δημιουργία ηλεκτρικών μεγεθών με νέα χαρακτηριστικά για τον έλεγχο της κινητικής κατάστασης του κινητήρα, σύμφωνα με τις ποικίλες απαιτήσεις των διαφόρων φορτίων. Η μετατροπή της ενέργειας συνοδεύεται πάντοτε από απώλειες, οι οποίες πρέπει να ελαχιστοποιούνται με σκοπό αφενός την κατά τον δυνατόν μειωμένη χρήση των φυσικών ενεργειακών πόρων και αφετέρου την αριστοποίηση της διαδικασίας μετατροπής με κριτήρια οικονομικά, περιβαλλοντικά και λιγότερων φθορών του συστήματος μετατροπής.

### 6.2.2 Ενεργειακές επιδόσεις ηλεκτρικών κινητήρων

Ο αριθμός των ηλεκτρικών μηχανών και ειδικότερα εκείνων που λειτουργούν ως κινητήρες, σε παγκόσμια κλίμακα, είναι πάρα πολύ μεγάλος (της τάξεως πολλών δισεκατομμυρίων). Το μέγεθος της ισχύος των διαφόρων ηλεκτρικών κινητήρων εκτίνεται από τους κινητήρες πολύ μικρής ισχύος (της τάξεως mW) μέχρι τους κινητήρες μερικών δεκάδων MW (π.χ. ονομαστική ισχύς 30 MW). Όλοι αυτοί οι κινητήρες καταναλώνουν σημαντικά ποσά ενέργειας κατά τη διαδικασία μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική και έτσι μιλούμε για βαθμό απόδοσης των ηλεκτρικών κινητήρων.

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι χωρίς δεύτερη σκέψη πιο γρήγορος και πιο αποδοτικός τρόπος σε σχέση με την εγκατάσταση νέων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Τα τελευταία 30 χρόνια, καταγράφεται ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (σχεδόν τριπλασιασμός) σε έρευνα του Οργανισμού «International Energy Agency» το 2007, της οποίας τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.

## ***World electric energy consumption has almost tripled in thirty years***



**Σχήμα 6.2.1** Η παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορους τομείς το 1973 και το 2005

Πάνω από το 40% της παγκόσμιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται σε βιομηχανικές εφαρμογές και τα δύο τρίτα αυτής χρησιμοποιείται από τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος, που ρυθμίζουν την ταχύτητα αυτών των κινητήρων, μπορούν να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωσή τους έως και 50 % σε μερικές εφαρμογές. Παρόλα αυτά ακόμη μόνο το 10% αυτών των κινητήρων συνδυάζονται με τέτοιους μετατροπείς.

Σε έρευνα που είχε διεξαχθεί ειδικά για τις ευρωπαϊκές χώρες, τα κινητήρια συστήματα είναι υπεύθυνα για το 69% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία και για το 38% στις οικιακές εφαρμογές, το οποίο σε απόλυτες τιμές αντιστοιχεί σε 575TWh και 186TWh αντιστοίχως ανά έτος. Οι αντλίες, οι ανεμιστήρες και οι συμπιεστές που κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες αποτελούν τα πιο σημαντικά φορτία ως προς την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τόσο στις βιομηχανικές (62 %) όσο και στον τομέα των υπηρεσιών (82 %). Από τα στοιχεία αυτά, προκύπτει ότι οι ηλεκτρικοί κινητήρες αποτελούν πολύ σημαντικό παράγοντα στο ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς, ο βαθμός απόδοσης των κινητήρων αυτών πρέπει να είναι όσο το δυνατόν υψηλότερος.

Ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτρικών κινητήρων προσδιορίζεται από τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά καθώς και από τις συνθήκες λειτουργίας τους. Οι απώλειες των ηλεκτρικών μηχανών διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Εκείνες που εξαρτώνται από το φορτίο και εκείνες που είναι ανεξάρτητες του φορτίου. Οι πρώτες εμφανίζονται στα αγωγή υλικά του στάτη και του δρομέα και είναι ανάλογες του τετραγώνου του ρεύματος, το οποίο εξαρτάται από το εκάστοτε φορτίο. Οι άλλες είναι, με μεγάλη προσέγγιση σταθερές, δηλαδή ανεξάρτητες του φορτίου, αλλά εξαρτώνται από το μαγνητικό πεδίο, το οποίο εξαρτάται από την ηλεκτρική τάση. Πρόκειται για τις απώλειες στα

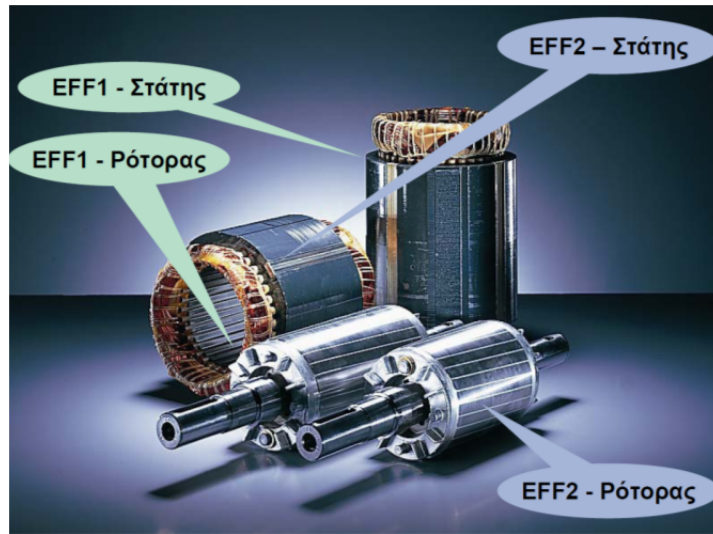
σιδηρομαγνητικά υλικά όταν διαρρέονται από εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο (απώλειες υστέρησης και δινορευμάτων), τις απώλειες τριβών στα έδρανα και τις απώλειες λόγω αντίστασης του ανέμου κατά την περιστροφή του δρομέα.

### 6.2.3 Εξοικονόμηση ενέργειας στα ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος για τον έλεγχο αυτών

Σε διεθνές επίπεδο η βασική έρευνα στον τομέα των ηλεκτρονικών ισχύος στοχεύει στην επίλυση βασικών προβλημάτων όπως είναι:

- ❖ Η μείωση των διακοπτικών απωλειών προερχόμενες από την υψίσυχνη διακοπτική λειτουργία των ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος.
- ❖ Βελτίωση του συντελεστή ισχύος, που σημαίνει μείωση της αέργου ισχύος και συνεπώς και της φαινομένης ισχύος, με άμεσο αποτέλεσμα τη βελτίωση της διαστασιολόγησης των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που παράγουν, μεταφέρουν και διανέμουν ηλεκτρική ενέργεια, προφανώς για το εκάστοτε επιθυμητό ποσό ενεργού (ωφέλιμης) ισχύος.
- ❖ Τη μείωση των ανώτερων αρμονικών που προκαλούνται από την αναγκαία χρήση των ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος και που διαχέονται στα ηλεκτρικά δίκτυα και επομένως προκαλούν σοβαρά προβλήματα τόσο στο ενεργειακό σύστημα όσο και στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Πρέπει να αντιμετωπιστεί τόσο η άεργος ισχύς που οφείλεται σε ανώτερες αρμονικές (πέραν της βασικής αρμονικής) όσο και η αντιμετώπιση των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.
- ❖ Απλούστευση των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων χαμηλής ισχύος (τάξεως mW,W), που χρησιμοποιούνται για την οδήγηση των ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος, τα οποία στη σημερινή εποχή είναι κατάλληλα να λειτουργούν και να αντέχουν σε τάσεις της τάξεως των 5kV και σε ρεύματα της τάξεως των 5kA. Η απλούστευση αυτή, οδηγεί σε μείωση της πολυπλοκότητας και επομένως σε αύξηση της αξιοπιστίας.
- ❖ Εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών του περιβάλλοντος λειτουργίας των συσκευών και συστημάτων ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, όπως είναι η λειτουργία σε περιβάλλον αυξημένης θερμοκρασίας, μηχανικών καταπονήσεων, χημικών επιδράσεων κ.λπ..
- ❖ Διάγνωση και αντιμετώπιση σφαλμάτων τα οποία είναι αναπόφευκτα, όπως είναι τα βραχυκυκλώματα, οι κατασκευαστικές αστοχίες, οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές κ.λπ.. Αυτά τα σοβαρά προβλήματα αντιμετωπίζονται τόσο σε πειραματικές όσο και σε βιομηχανικές εφαρμογές από την εμφάνιση παρασιτικών τάσεων προερχόμενες από ποικίλα και συνήθως άγνωστα αίτια, που υποβαθμίζουν τη λειτουργία των ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος και μερικές φορές οδηγούν σε αδιέξοδα.
- ❖ Μελέτη γενικά βελτιωμένου σχεδιασμού για τη μείωση του κόστους. Ο παράγοντας κόστος παίζει μεγάλο ρόλο στη δημιουργία διαφόρων τοπολογιών ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, διότι λόγω του μεγάλου μεγέθους που συνήθως έχουν αυτές οι διατάξεις, οι επενδύσεις κεφαλαίου είναι πολύ υψηλές. [12], [13]

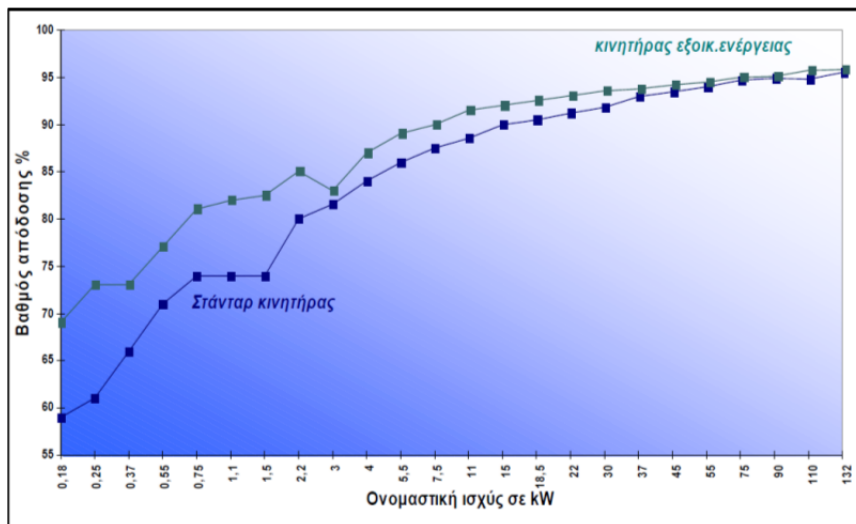
### 6.2.4 Ηλεκτροκινητήρες EFF1/EFF2



Εικόνα 6.2.1 Ηλεκτροκινητήρες EFF1/EFF2

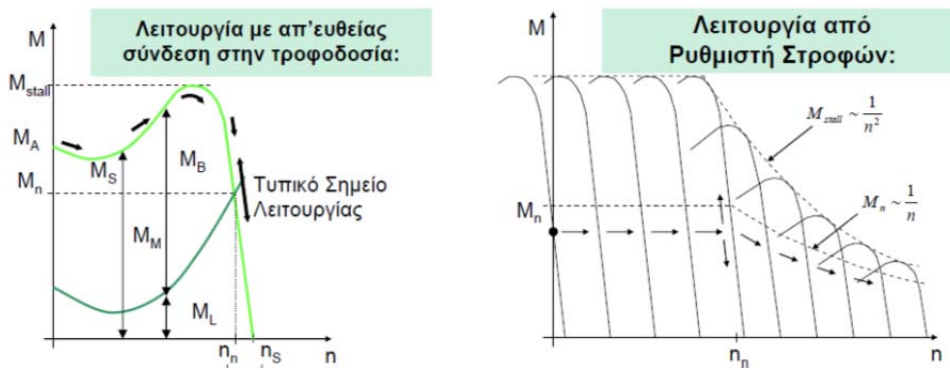
Οι κύριοι στόχοι χρήσης EFF1/EFF2 των Ευρωπαϊκών κατασκευαστών ηλεκτροκινητήρων είναι:

1. Αύξηση του οφέλους των χρηστών με αυξημένη οικονομία σε ενεργειακά έξοδα.
2. Διαφάνεια της Αγοράς για πελάτες και χρήστες μηχανημάτων.
3. Δυνατότητα επιλογής του σωστού κινητήρα από τον χρήστη.
4. Διατήρηση της κυριότητας του εξοπλισμού από τον χρήστη.
5. Αποφυγή χρονοβόρων γραφειοκρατικών διαδικασιών με εθελοντική δέσμευση των κατασκευαστών ηλεκτροκινητήρων.



Σχήμα 6.2.2 Σύγκριση βαθμού απόδοσης στάνταρ κινητήρα με έναν EFF2

### 6.2.5 Πλεονεκτήματα της λειτουργίας με ρυθμιστή στροφών

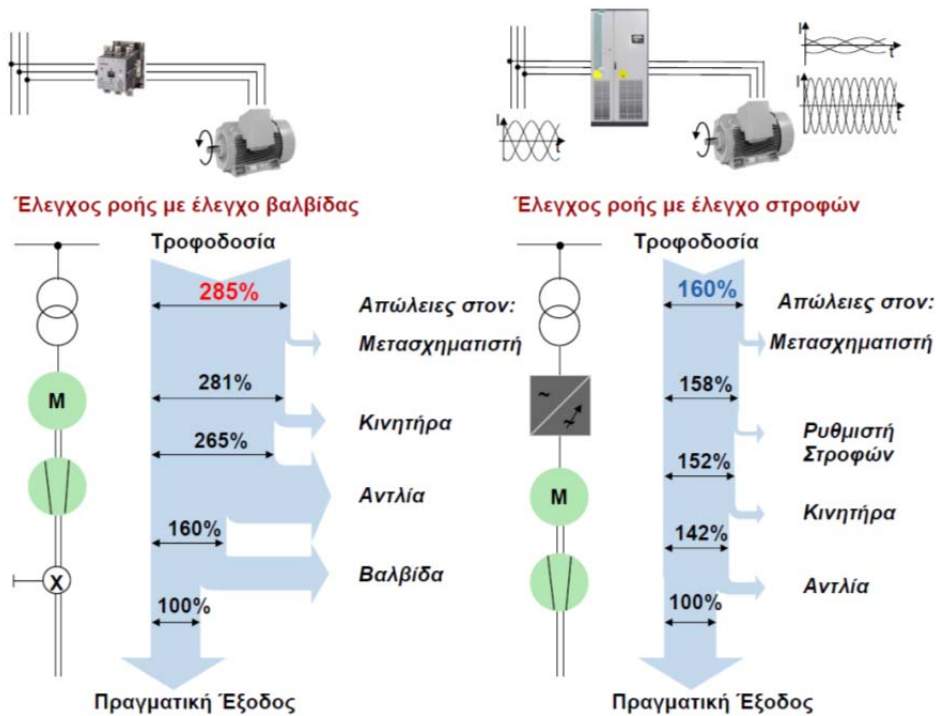


Σχήμα 6.2.3 Λειτουργία με και χωρίς ρυθμιστή στροφών

Πλεονεκτήματα:

- Ο έλεγχος ταχύτητας κλειστού βρόχου οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας και συχνά σε βελτίωση της ποιότητας της διεργασίας.
- Κανένα υπερ-ρεύμα εκκίνησης με έλεγχο συχνότητας από τα 0Hz.
- Ομαλή εκκίνηση και στάση με χρήση ελεγχόμενων χρόνων ράμπας που μειώνει τη μηχανική καταπόνηση και τα υδραυλικά πλήγματα.
- Υψηλή ροπή, ακόμη και σε μικρές ταχύτητες, όπου ένα υψηλότερο ρεύμα από το ονομαστικό δεν απαιτείται.
- Στην περιοχή εξασθένισης πεδίου, είναι δυνατές ταχύτητες μεγαλύτερες από την ονομαστική (π.χ. 3000 rpm).

Παράδειγμα: Αντλία



Εικόνα 6.2.2 Έλεγχος στροφών σε αντλία τουρμπίνας

### 6.2.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας με βελτιστοποίηση του συνολικού συστήματος ηλεκτροκίνησης

- **Ηλεκτροκινητήρες EFF1 και EFF2** με μεγάλο βαθμό απόδοσης. Μείωση των απωλειών ισχύος **έως και 40%**.



- **Ρυθμιστές Στροφών** για σύστημα ηλεκτροκίνησης ρυθμιζόμενης ταχύτητας. Εξοικονόμηση ενέργειας **έως και 70%**.



- **Συνδυασμός Κινητήρα και Ρυθμιστή Στροφών ή/και Μειωτήρα.** Αποκεντρωμένο Σύστημα Ηλεκτροκίνησης (κινητήρας EFF2 και ρυθμιστής στροφών ή/και μειωτήρας) [12], [13]



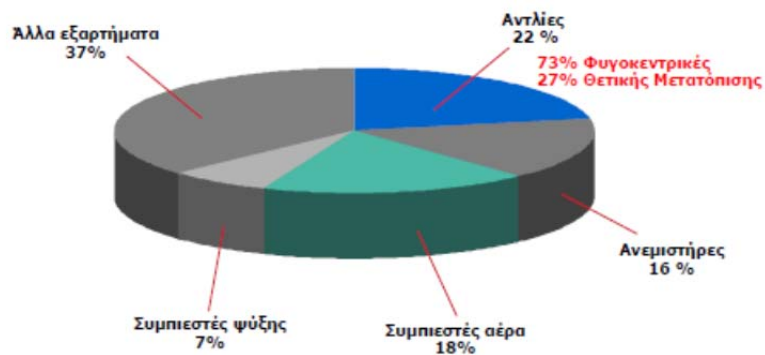
### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ

- ✓ Σταδιακή αντικατάσταση των κινητήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους ηλεκτροκινητήρες EFF1/EFF2
- ✓ Εγκατάσταση ρυθμιστών στροφών (inverters) σε όλους τους κύριους κινητήρες και αναδευτήρες του εργοστασίου

## 6.3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΑΝΤΛΙΕΣ ΝΕΡΟΥ



Εικόνα 6.3.1 Αντλία νερού, Πηγή: Einhell



Σχήμα 6.3.1 Τυπική ηλεκτρική κατανάλωση κινητήρων σε βιομηχανική εγκατάσταση

### 6.3.1 Φυγοκεντρικές αντλίες

Οι φυγοκεντρικές αντλίες εργάζονται ως υδροδυναμικά ηλεκτροκινούμενα συστήματα σε εφαρμογές:

- HVAC & R
- Παροχή νερού (ύδρευση & άρδευση)
- Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Με κύριους τομείς εφαρμογών:

- Κτίρια (κατοικίες & επαγγελματικά κτίρια)
- Δημοτική διαχείριση υδάτων
- Βιομηχανία

Η ενεργειακή κατανάλωση των φυγοκεντρικών αντλιών μπορεί να μειωθεί παγκοσμίως κατά 40%:

- ✓ Με καλύτερο σχεδιασμό ενός συστήματος
- ✓ Με σωστή διαστασιολόγηση των αντλιών



- ✓ Με επιλογή ενεργειακά αποδοτικών αντλιών
- ✓ Με καλύτερο έλεγχο ενός συστήματος
- ✓ Με σωστή εγκατάσταση και συντήρηση

### 6.3.2 Βελτιστοποίηση εγκατεστημένων αντλιών

Οι εγκατεστημένες αντλίες ξεπερνούν κατά 20 φορές τον αριθμό των νέων αντλιών που τοποθετούνται κάθε χρόνο. Εκτίμηση: 75% των αντλιών είναι υπερδιαστασιολογημένες τουλάχιστον κατά 20%.

Κύριες αιτίες υπερδιαστασιολόγησης αντλιών:

- Επιλογή μεγάλης αντλίας για κάλυψη μελλοντικών αναγκών.
- Υπερβολική προσαύξηση συντελεστών ασφαλείας στον υπολογισμό του απαιτούμενου μανομετρικού.
- Επιλογή αντλίας για κάλυψη μέγιστου φορτίου και κακή ή ανύπαρκτη προσαρμογή σε συνθήκες μερικού φορτίου.
- Επιλογή μεγάλης αντλίας από την ανάγκη επίλυσης άλλων προβλημάτων του συστήματος όπως υδραυλική εξισορρόπηση, διατήρηση πίεσης, περιεκτικότητα αέρα ή/και σωματιδίων στο νερό, κ.λπ..

### 6.3.3 Τρόποι μείωσης παροχής

Παρακάτω διακρίνονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας στην προσπάθεια μείωσης της παροχής:

- **Στραγγαλισμός**
  - Κατά τον πιο συχνά εφαρμοσμένο στραγγαλισμό τοποθετείται όργανο στραγγαλισμού στον αγωγό κατάθλιψης της αντλίας. Έτσι, αυξάνεται η υδραυλική αντίσταση.
- **By-Pass**
  - Κατά τη λειτουργία by-pass, ένα μέρος της παροχής οδηγείται μέσω διάταξης από την κατάθλιψη της αντλίας στην αναρρόφησή της με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντίσταση της εγκατάστασης.
- **Μείωση διαμέτρου πτερωτής**
  - Ένα σημαντικό μειονέκτημα, είναι η δυσκολία μελλοντικής αύξησης της απόδοσης της αντλίας.
- **Μείωση στροφών αντλίας**
  - Η μείωση επιτυγχάνεται μέσω μετατροπέα συχνότητας. [14]

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ

- ✓ Σταδιακή αντικατάσταση των αντλιών με μη υπερδιαστασιολογημένες
- ✓ Μείωση παροχής, όπως αναφέρεται στην ενότητα 6.3.3

## 6.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ



Εικόνα 6.4.1 Κυκλοφορητές νέας γενιάς, Πηγή: Wilo Hellas

Δεκατέσσερα εκατομμύρια (14.000.000) κυκλοφορητές διατίθενται στην Ε.Ε. ετησίως με κατανάλωση 50 TWh (για το έτος 2005), που αντιστοιχεί σε 23 εκατομμύρια τόνους εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αν δεν ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα προβλέπεται ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα ανέλθει σε 55 TWh μέχρι το 2020. Μπορεί να εξοικονομηθούν ετησίως 23 TWh ή 11 Μεγατόνοι CO<sub>2</sub>. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί με την ετήσια κατανάλωση της Ιρλανδίας ή την ετήσια κατανάλωση ενέργειας όλων των πλυντηρίων ρούχων και πιάτων στην Ευρώπη.

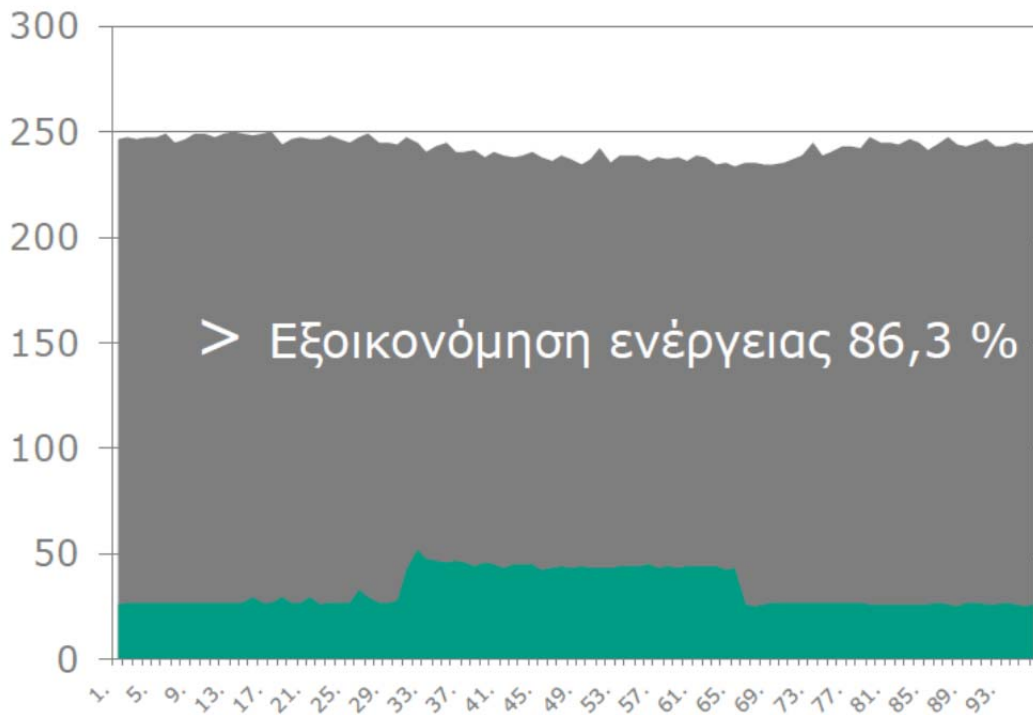
### Η Περίπτωση της Ελλάδας

- ✓ Εγκατεστημένοι κυκλοφορητές : 2.500.000
- ✓ Μέση απορροφούμενη Ισχύς : 100W
- ✓ Μέσος Ετήσιος Χρόνος Λειτουργίας : 2000 Hours
- ✓ Συνολική Ετήσια Κατανάλωση από κυκλοφορητές =  
 $2.500.000 \times 100 \times 2000 = 500.000.000 \text{ kWh} = 0,5 \text{ TWh}$

Σημερινό κόστος kWh = 0,09 €

Ετήσια Δαπάνη = 45.000.000 €

**Δυνατότητα εξοικονόμησης έως 80%, δηλαδή 36.000.000 €. Χωρίς να υπολογίσουμε την μείωση των εκλυόμενων ρύπων.**



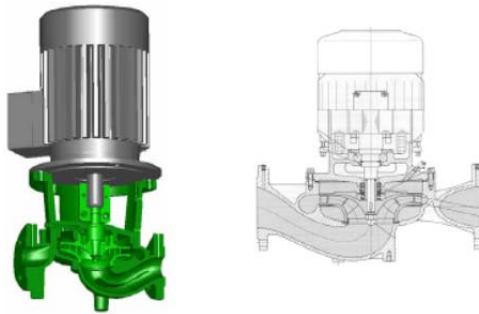
**Σχήμα 6.4.1** Υδρολίπαντος κυκλοφορητής  
Κυκλοφορητής Υψηλής Απόδοσης με κινητήρα EC



**Εικόνα 6.4.2** Υδρολίπαντος κυκλοφορητής σταθερών στροφών, μέση κατανάλωση 242,4W (αριστερά), Κυκλοφορητής Υψηλής Απόδοσης με κινητήρα EC, μέση κατανάλωση 33,1W (δεξιά)

### 6.4.1 Είδη κυκλοφορητών

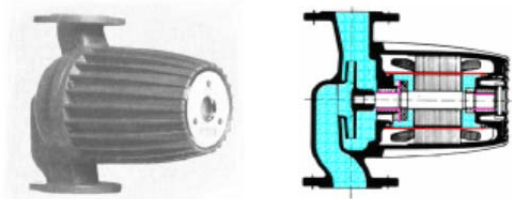
#### α) Ελαιολίπαντοι κυκλοφορητές



**Εικόνα 6.4.3** Ελαιολίπαντοι κυκλοφορητές

Ή αλλιώς «glanded pumps», δηλαδή με στεγανοποίηση στον άξονα.  
Ή αλλιώς «dry rotor pumps», «dry runners», δηλαδή στεγνού ρότορα.

#### β) Υδρολίπαντοι κυκλοφορητές

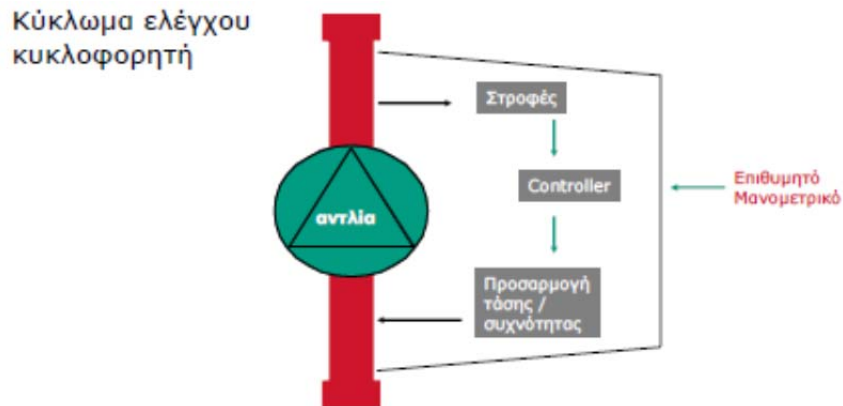


**Προτέρημα :** αθόρυβη λειτουργία + χωρίς συντήρηση  
**Μειονέκτημα :** χαμηλός βαθμός απόδοσης

**Εικόνα 6.4.4** Υδρολίπαντοι κυκλοφορητές

Οι κυκλοφορητές που είναι εγκατεστημένοι στην Ευρώπη είναι σε συντριπτικό βαθμό υδρολίπαντοι (glandless pumps, wet rotor pumps, wet runners). Αυτή η ειδική κατασκευή του ηλεκτρικού κινητήρα επικράτησε από τη δεκαετία του '60, αφού αποδείχθηκε ιδανική λύση για τους κυκλοφορητές που απαιτούνται στα περισσότερα κτίρια και που σπάνια ξεπερνούν τα 1500W σε ισχύ (συνήθως είναι μεταξύ 50 και 200W). Οι κύριοι λόγοι της απόλυτης επικράτησης των υδρολίπαντων κυκλοφορητών σε βάρος των ελαιολίπαντων ήταν η μη ανάγκη συντήρησης (αφού απουσιάζουν ρουλεμάν και στεγανοποίηση άξονα) και η αθόρυβη λειτουργία (απουσιάζει η θορυβώδης πτερωτή αέρος των αερόψυκτων κινητήρων). Όμως ο βαθμός απόδοσης των υδρολίπαντων κινητήρων εξαιτίας του ανοξείδωτου χιτωνίου και του μεγάλου διάκενου μεταξύ ρότορα και στάτορα παραμένει σχετικά χαμηλός.

## γ) Ηλεκτρονικός κυκλοφορητής

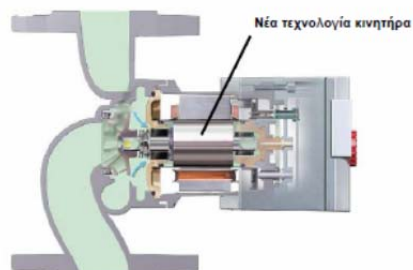


**Εικόνα 6.4.5** Κύκλωμα ελέγχου ηλεκτρονικού κυκλοφορητή

Η αρχή λειτουργίας τους είναι απλή· το κλείσιμο δίοδων βανών σε παράλληλους κλάδους οδηγεί σε αύξηση του μανομετρικού του ηλεκτρονικού κυκλοφορητή, ο οποίος το αντιλαμβάνεται μέσω ενσωματωμένου συστήματος μέτρησης (οι υδρολίπαντοι ηλεκτρονικοί κυκλοφορητές καταγράφουν το πραγματικό μανομετρικό έμμεσα, μετρώντας στροφές και απορροφώμενη ισχύ, ενώ οι «μεγάλοι» ηλεκτρονικοί ελαιολίπαντοι κυκλοφορητές μετράνε το μανομετρικό άμεσα με ενσωματωμένο αισθητήριο διαφορικής πίεσης). Ο κυκλοφορητής ακολουθώντας, μειώνει τις στροφές προσπαθώντας να διατηρήσει το μανομετρικό σταθερό σε μια προεπιλεγμένη τιμή. (τρόπος λειτουργίας  $\Delta p$  - constant). Με αυτόν τον τρόπο, ελαττώνεται και η παροχή στο πραγματικά απαιτούμενο επίπεδο, μειώνοντας ταυτόχρονα θορύβους ροής και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. [14], [15]

#### 6.4.2 Εξέλιξη ηλεκτρικής κατανάλωσης κυκλοφορητών

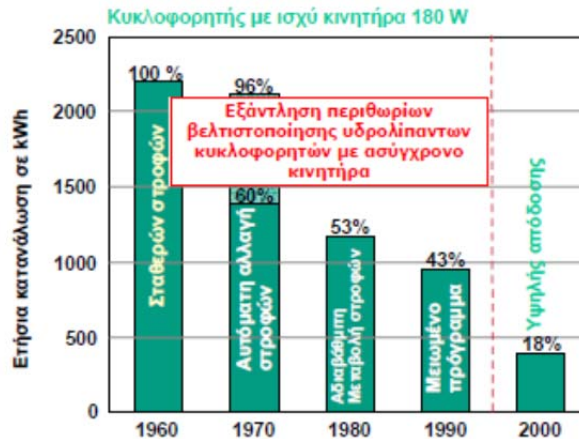
Τεχνολογικό άλμα: Κινητήρας EC – Μόνιμος μαγνήτης ως ρότορας



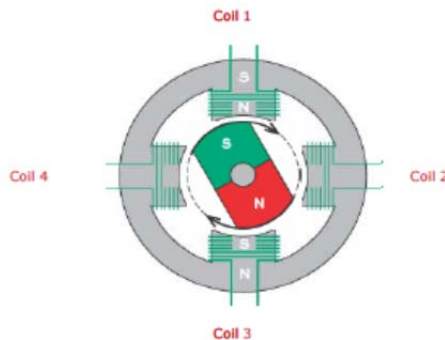
**Εικόνα 6.4.6** Κυκλοφορητής με κινητήρα EC

Το τεχνολογικό άλμα ήρθε (και μάλιστα πολύ συμβολικά) με την αρχή της νέας χιλιετίας: Ο κυκλοφορητής υψηλής απόδοσης με κινητήρα ECM (Electric

Commutated Motor), ένας σύγχρονος κινητήρας με μόνιμο μαγνήτη για ρότορα (αντί του γνωστού ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα).



Σχήμα 6.4.2 Εξέλιξη ηλεκτρικής κατανάλωσης κυκλοφορητών



Εικόνα 6.4.7 Σύγχρονος ηλεκτροκινητήρας (EC-Motor)

#### 6.4.2.1 Αρχή λειτουργίας της ECM-τεχνολογίας

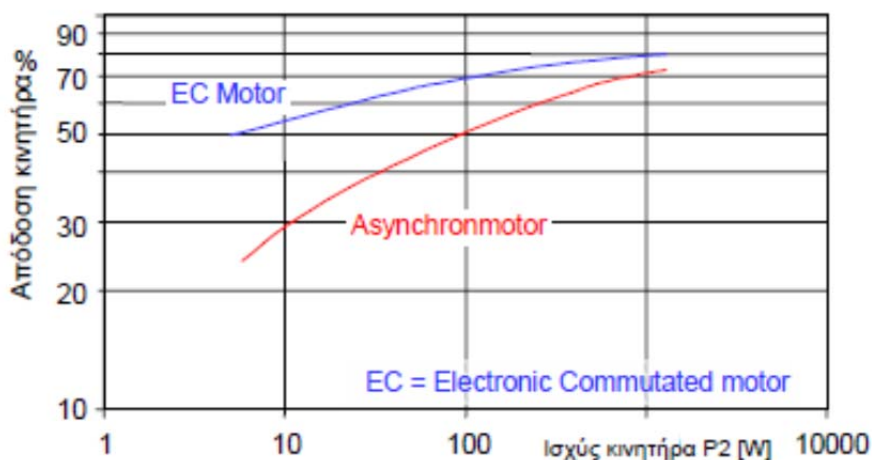
Η αρχή λειτουργίας ηλεκτρονικά ελεγχόμενων κινητήρων με μόνιμο μαγνήτη βασίζεται στις εξής φυσικές αρχές:

Η μαγνητική ροή στον κινητήρα παράγεται από τον μόνιμο μαγνήτη στο ρότορα τόσο κατά την ακινησία όσο και κατά την περιστροφή. Η άσκηση δύναμης δημιουργείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ της μαγνητικής ροής του μόνιμου μαγνήτη και της ηλεκτρικής ροής μέσα από τα τυλίγματα, ή αλλιώς μεταξύ ηλεκτρικών (στάτης) και μαγνητικών πόλων (ρότορας) (έλξη αντίθετων πόλων, N - S). Η συνεχής περιστροφική κίνηση επιτυγχάνεται με περιοδική αλλαγή των τυλιγμάτων σε συνάρτηση με τη θέση του ρότορα (ηλεκτρονικός έλεγχος του ρεύματος). Η ταχύτητα περιστροφής είναι σύγχρονη με την ταχύτητα αλλαγής των τυλιγμάτων (σύγχρονος κινητήρας) και ρυθμίζεται αδιαβάθμιτα μέσω ενός μετατροπέα. Ο εντοπισμός της θέσης του ρότορα πραγματοποιείται με τη βοήθεια αισθητηρίων (π.χ. αισθητήριο Hall) ή με μοντέρνες μεθόδους χωρίς αισθητήρια. Η επαγωγική τάση στα τυλίγματα του στάτη δημιουργείται από την περιστροφή του μόνιμου μαγνήτη στον ρότορα σε συνάρτηση με την ταχύτητα περιστροφής, αλλά ανεξάρτητα από την ηλεκτρική

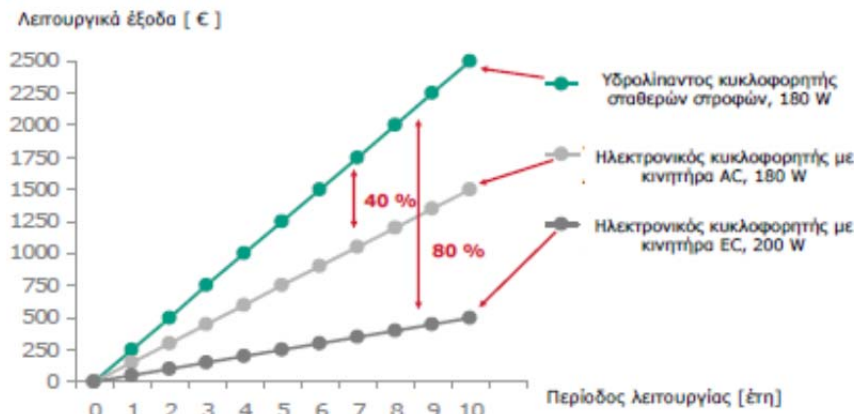
ροή. Αυτή η ιδιότητα έχει μεγάλη σημασία για τις διαφορετικές μεθόδους του ηλεκτρονικού ελέγχου και χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της θέσης του ρότορα χωρίς αισθητήριο. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος πραγματοποιείται με μετατροπέα, ο οποίος παρεμβάλλεται μεταξύ ηλεκτρικής τροφοδοσίας και κινητήρα. Για μείωση του θορύβου, η ημιτονοειδής ηλεκτρική ροή δημιουργείται μέσω ηλεκτρονικών ισχύος, τα οποία είναι ενσωματωμένα σε μοντέρνους κινητήρες. Η απευθείας σύνδεση στο δίκτυο είναι, σε αντίθεση με τους ασύγχρονους κινητήρες, αδύνατη. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος πρέπει να ενεργοποιεί τα ακίνητα τυλίγματα του στάτη κάθε φορά όταν βρίσκονται ως προς το περιστρεφόμενο πεδίο του μαγνήτη σε ευνοϊκή θέση για τη δημιουργία ροπής περιστροφής. Με αυτόν τον τρόπο, η χρονικά μεταβαλλόμενη μαγνητική πολικότητα στα τυλίγματα, οδηγεί σε αλληλεπίδραση με τη σταθερή πολικότητα του μαγνήτη - ρότορα σε ελκτικές και απωθητικές δυνάμεις και έτσι σε περιστροφική κίνηση. Ανάλογα με την εκάστοτε κατεύθυνση της ηλεκτρικής ροής σχηματίζεται ένα μαγνητικό πεδίο στον στάτη με θετικό και αρνητικό πόλο. Ο μόνιμος μαγνήτης - ρότορας που εργάζεται εντός αυτού του μαγνητικού πεδίου αρχίζει να περιστρέφεται από ελκτικές ή απωθητικές δυνάμεις ομοίων ή αντίθετων πόλων. Η ομοιόμορφη περιστροφική κίνηση προκύπτει από την ομαλά χρονικά μεταβαλλόμενη ηλεκτρική ροή των ξεχωριστών τυλιγμάτων.

Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ξεκάθαρα ένα πλεονέκτημα στην εξέλιξη των σύγχρονων EC - κινητήρων με μόνιμο μαγνήτη ως ρότορα σαν τους μελλοντικούς κινητήρες κυκλοφορητών, μια κι αυτοί έχουν ξεκάθαρα πιο υψηλή απόδοση από τους ασύγχρονους κινητήρες που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν. Οι κινητήρες ECM (είναι γνωστοί και ως Brushless Motors), χρησιμοποιούνται ήδη σε ελαιολίπαντες κατασκευές, όπως σε ανεμιστήρες. Δεν υπάρχουν ακόμα πολλά χρόνια εμπειρίας για αυτούς τους κινητήρες με ισχύ που κυμαίνεται από 50W - 1000W. Οι μεγάλες ποσότητες περιορίζονται σε ισχύ κάτω των 50W και ταχύτητες πάνω των 10.000 rpm. Εφαρμογές EC - κινητήρων στη τεχνολογία των υδρολίπαντων κυκλοφορητών σε τυπικούς κινητήρες δεν ήταν προηγουμένως γνωστές.

#### Σύγκριση βαθμών απόδοσης



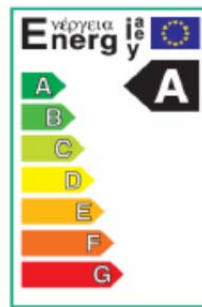
Σχήμα 6.4.3 Κυκλοφορητές Υψηλής Απόδοσης με EC - κινητήρα



Σχήμα 6.4.4 Κυκλοφορητές Υψηλής Απόδοσης με EC - κινητήρα

#### 6.4.2.2 Ενεργειακή σήμανση

Κλάση	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEI)
A	$EEI < 0,4$
B	$0,4 \leq EEI < 0,6$
C	$0,6 \leq EEI < 0,8$
D	$0,8 \leq EEI < 1,0$
E	$1,0 \leq EEI < 1,2$
F	$1,2 \leq EEI < 1,4$
G	$1,4 \leq EEI$



> Η εξοικονόμηση ενέργειας από κλάση σε κλάση αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε 22%.

Εικόνα 6.4.8 Ενεργειακή σήμανση κυκλοφορητών

Το 2005 οι κορυφαιοί κατασκευαστές υδρολίπαντων κυκλοφορητών στην Ευρώπη συμφώνησαν να δεσμευτούν για την καθιέρωση της Ενεργειακής Σήμανσης στους κυκλοφορητές. Η ευρέως αναγνωρίσιμη Ενεργειακή Σήμανση έχει στόχο να ευαισθητοποιήσει τους ιδιοκτήτες και χρήστες κτιρίων, ώστε να προτιμούν ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες.

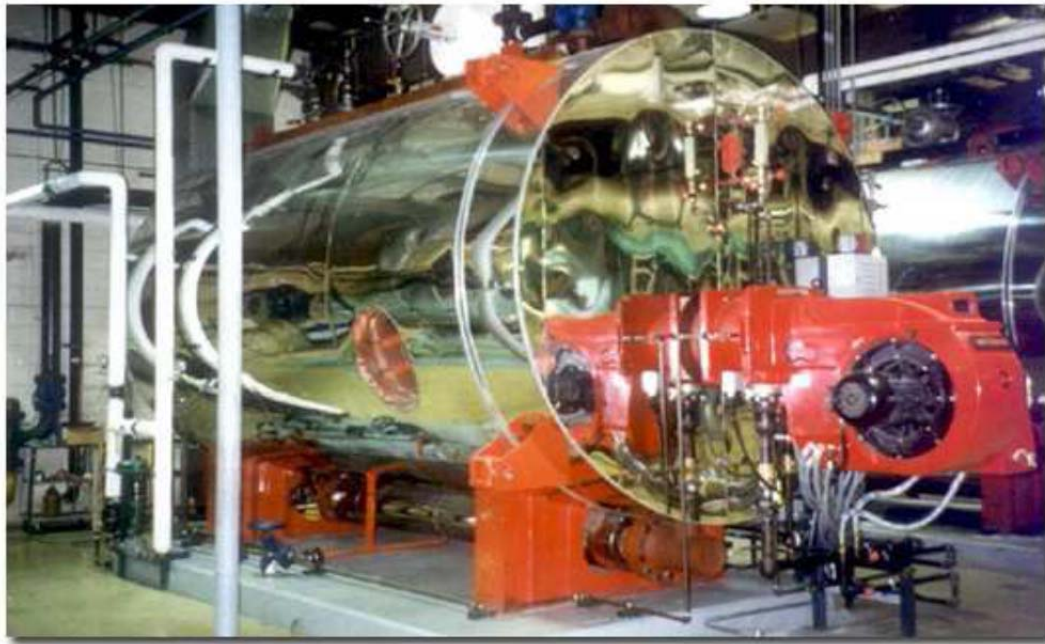
Κυκλοφορητές Υψηλής Απόδοσης πετυχαίνουν δείκτες EEI μεταξύ 0,26 έως 0,31 (ανάλογα τον τύπο). Ένας ηλεκτρονικός κυκλοφορητής υψηλής απόδοσης ενεργειακής κλάσης A καταναλώνει έως και 80% λιγότερη ενέργεια από τον κυκλοφορητή αναφοράς (κλάσης D). Με αναμενόμενη διάρκεια ζωής 12- 15 χρόνων σίγουρα αποτελεί μια πολύ καλή επένδυση τόσο για τον ιδιοκτήτη όσο και για το περιβάλλον. [14], [15]

### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ

- ✓ Σταδιακή αντικατάσταση των κυκλοφορητών του εργοστασίου με κυκλοφορητές νέας τεχνολογίας ECM ενεργειακής κλάσης A



## 6.5 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ

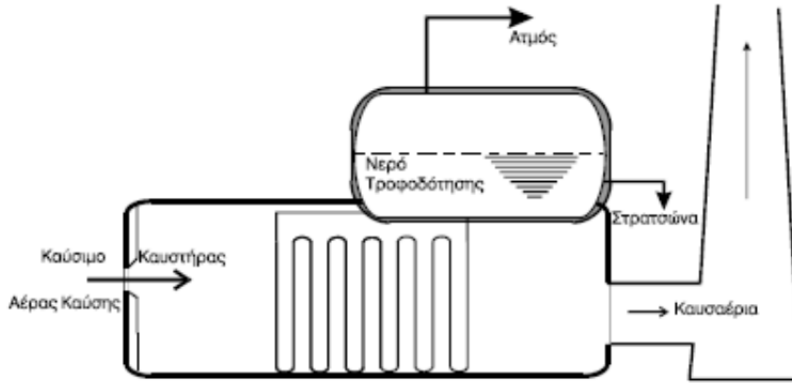


*Εικόνα 6.5.1 Σύγχρονος λέβητας εγκατεστημένος σε βιομηχανία. Πηγή: ΚΑΠΕ*

Οι λέβητες στη βιομηχανία καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ατμού ή θερμού νερού. Είναι εξοπλισμένοι με καυστήρες συμβατικών καυσίμων, οι οποίοι παράγουν θερμά καυσαέρια. Ο παραγόμενος ατμός ή το θερμό νερό διατίθενται ακολούθως στις διάφορες διεργασίες της βιομηχανίας οι οποίες απαιτούν θερμότητα όπως βραστήρες, πλυντήρια, βαφεία και λοιπά.

Η λειτουργία των λεβήτων απαιτεί σημαντική κατανάλωση καυσίμων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας υπό μορφή ατμού ή ζεστού νερού, επομένως η λειτουργία τους με υψηλό βαθμό απόδοσης αποτελεί μια σημαντική παράμετρο όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπάρχουν δύο βασικά είδη λεβήτων: οι υδραυλωτοί και αεριαυλωτοί. Στους υδραυλωτούς το νερό κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς και τα καυσαέρια περνούν εξωτερικά, ενώ στους αεριαυλωτούς τα καυσαέρια κινούνται μέσα στους αυλούς που βρίσκονται μέσα σε νερό.



*Εικόνα 6.5.2 Βασική λειτουργία λέβητα*

### 6.5.1 Απόδοση λέβητα

α) Άμεση Μέθοδος:

Η μέθοδος αυτή, προσδιορίζει τον συντελεστή απόδοσης με βάση την διαθέσιμη - αξιοποιήσιμη ενέργεια (θερμότητα) προς την προσφερόμενη. Προσδιορίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$\text{Απόδοση Λέβητα} = \frac{\text{Αποδιδόμενη Θερμότητα Λέβητα}}{\text{Προσφερόμενη Θερμότητα Καυσίμου}} \times 100$$

ή

$$\text{Απόδοση Λέβητα} = \frac{\text{Προσφερόμενη θερμότητα στο νερό Παροχής}}{\text{Προσφερόμενη θερμότητα στον Λέβητα}} \times 100$$

β) Έμμεση Μέθοδος:

Η έμμεση μέθοδος προσδιορισμού της απόδοσης των λεβήτων γίνεται μέσω της ανάλυσης των καυσαερίων και προσδιορίζεται από την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO<sub>2</sub>.

### 6.5.2 Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας

Τα πεδία εξοικονόμησης εντοπίζονται σε:

- Ορθολογική διαχείριση σε λέβητες
- Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας μικρού κόστους
- Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας μεγάλης έκτασης

#### α) Ορθολογική διαχείριση σε λέβητες

Στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης ενέργειας ενός λέβητα θα πρέπει να δοθεί προσοχή στα παρακάτω:

- Διαδικασίες για την προετοιμασία του νερού.
- Διατήρηση των διαλυμένων στο νερό στερεών στο μικρότερο χαμηλό επίπεδο.
- Διατήρηση της χαμηλότερης αποδεκτής πίεσης λειτουργίας στο σύστημα, ανάλογα με τις ανάγκες.
- Κατάλληλη προετοιμασία του καυσίμου για την μέγιστη δυνατή απόδοση.
- Περιορισμός μεγάλων διακυμάνσεων του φορτίου.
- Συχνός έλεγχος της αποδοτικότητας του λέβητα.
- Συστηματικός έλεγχος των πραγματικών μεγεθών λειτουργίας σε σύγκριση με τα ιδανικά.
- Περιοδικός έλεγχος της περισσειας αέρα του καυστήρα.

#### β) Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας μικρού κόστους

Στα πλαίσια αυτών των επεμβάσεων, επιδιώκεται:

- Βελτίωση και επέκταση του εξοπλισμού ελέγχου
- Εγκατάσταση και βελτίωση της θερμικής μόνωσης
- Ανάκτηση θερμότητας από την στρατσώνα
- Επανατοποθέτηση της εισόδου του αέρα καύσης
- Περιορισμός της άσκοπης περισσειας αέρα

#### γ) Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας μεγάλης έκτασης

Στα πλαίσια αυτών των επεμβάσεων, είναι:

- Η εγκατάσταση νέου, αποδοτικότερου λέβητα.
- Η εγκατάσταση economizer
- Η αναβάθμιση του καυστήρα
- Η εγκατάσταση δινογεννήτριας (turbulator)

### 6.5.3 Συντήρηση λέβητα

Οι λέβητες αποτελούν βασικά τμήματα του εξοπλισμού μιας βιομηχανίας και, επομένως, απαιτούν συστηματική συντήρηση.

Οι βασικές εργασίες συντήρησης ενός λέβητα είναι:

1. Ο καθαρισμός του φλογοθαλάμου
2. Ο καθαρισμός των αυλών των καυσαερίων (τούμπα)
3. Ο καθαρισμός και η ρύθμιση των μπεκ του καυστήρα
4. Ο καθαρισμός της καπνοδόχου
5. Ο έλεγχος των αντλιών καυσίμου
6. Ο έλεγχος του κυκλώματος τροφοδοσίας νερού και του συστήματος αποσκλήρυνσης [7], [16]

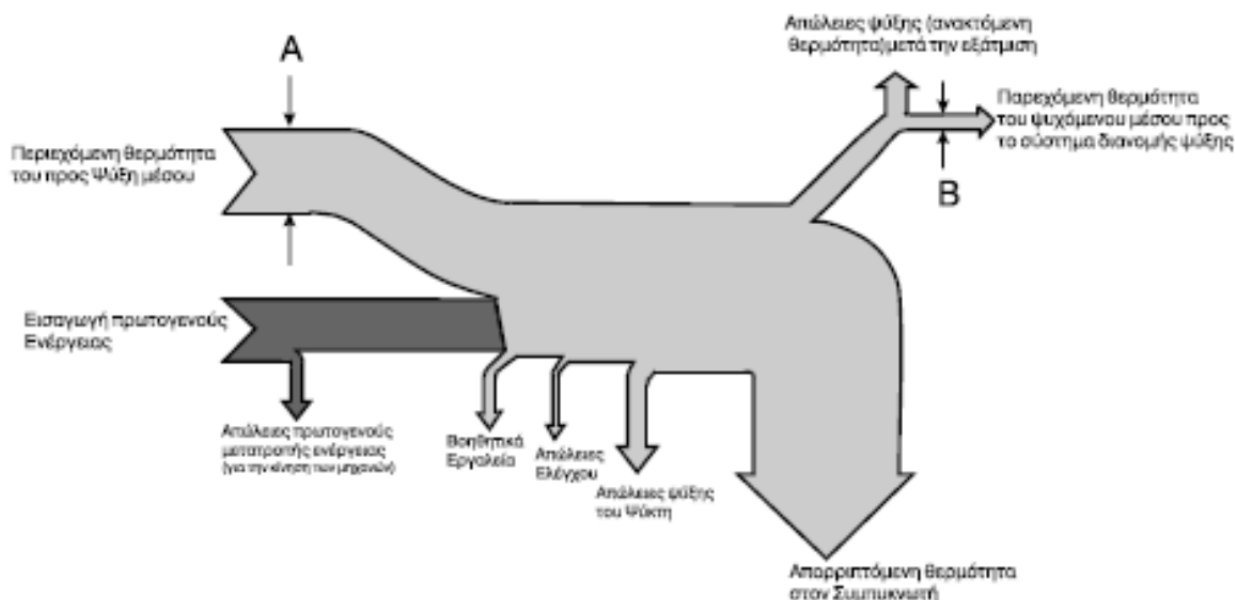
### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ

- ✓ Οι προτάσεις αναφέρονται στις ενότητες 6.5.2 και 6.5.3

## 6.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

### 6.6.1 Ενεργειακές απώλειες συστήματος ψύξης

Οι κυριότερες απώλειες ενέργειας απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα Sankey.

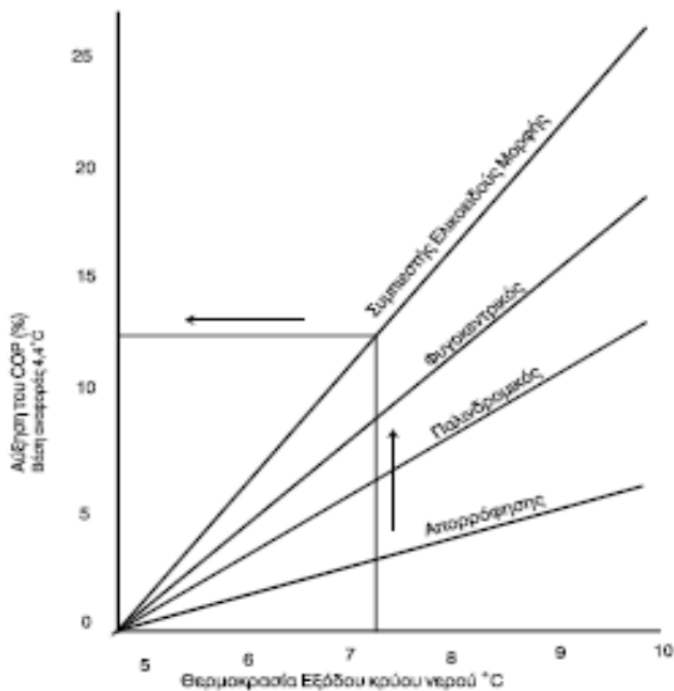


*Εικόνα 6.6.1 Ενεργειακό Ισοζύγιο ψυκτικού συγκροτήματος. (Η διαφορά A-B αποτελεί το αποδιδόμενο έργο της ψυκτικής εγκατάστασης.)*

#### α) Απώλειες από την μετατροπή της πρωτογενούς ενέργειας

Τα ψυκτικά συγκροτήματα που λειτουργούν με απορρόφηση, καίγοντας συμβατικά καύσιμα, χάνουν ενέργεια από τα καυσαέρια και την κακή απόδοση του καυστήρα. Τα ψυκτικά συγκροτήματα με εξατμιστές σωλήνων σε κέλυφος (Chillers), που χρησιμοποιούν για την λειτουργία τους ηλεκτροκίνητους συμπιεστές, έχουν απώλειες ενέργειας λόγω της κακής απόδοσης του κινητήρα.

Η θερμοδυναμική απόδοση μιας πραγματικής ψυκτικής διαδικασίας θα εξαρτηθεί κατά μεγάλο μέρος από τις θερμοκρασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης όπως δείχνονται στα παρακάτω διαγράμματα.

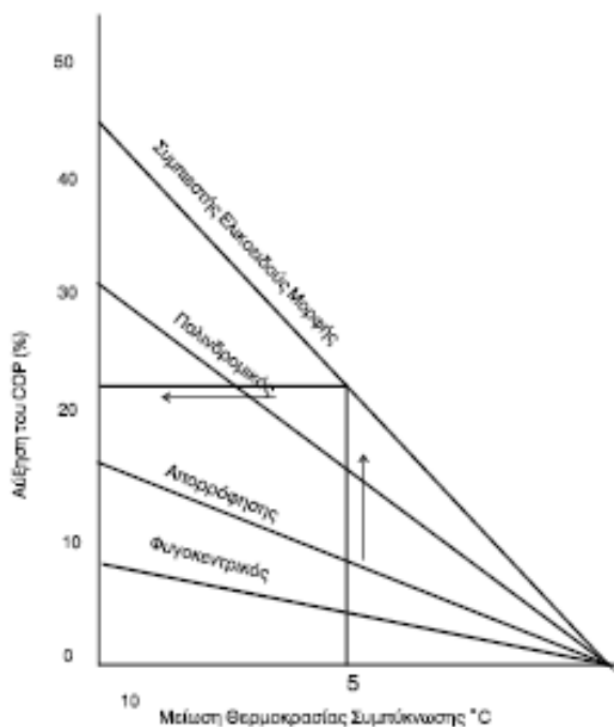


**Σχήμα 6.6.1** Σχέση αύξησης του COP με αύξηση της θερμοκρασίας του κρύου νερού

Η θεωρητική απόδοση του κύκλου ψύξης μειώνεται από την κακή απόδοση του συμπιεστή, που οφείλεται στις απώλειες τριβής, τα νεκρά διαστήματα και τις διαρροές. Λύσεις που σκοπεύουν στην μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης και αύξηση της θερμοκρασίας εξατμίσης, βελτιώνουν την απόδοση της διαδικασίας.

## β) Απώλειες ψύξης

Όπως είναι ήδη γνωστό, οι απώλειες ψύξης εκδηλώνονται μέσω ακτινοβολίας, αγωγής και μεταφοράς. Απώλειες μπορούν να εκδηλωθούν μόνο στους εξατμιστές σωλήνων σε κέλυφος (chillers) αλλά και μεταξύ του εξατμιστή και του σημείου του ψυχόμενου μέσου. Όταν η ψυκτική μονάδα έχει συγχρόνως το κρύο μέρος (π.χ. εξατμιστή) και το ζεστό μέρος (π.χ. συμπυκνωτή), αυτές οι απώλειες μπορούν να συμβούν εξωτερικά και εσωτερικά μέσω των τοιχωμάτων ή από τη διαρροή του ψυκτικού μέσου από την υψηλή στην χαμηλή πίεση. Έτσι, αυτές οι απώλειες συμβαίνουν πάντα σε συστήματα που λειτουργούν περιοδικά παρά σε συστήματα που βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία.



**Σχήμα 6.6.2** Σχέση της αύξησης του COP με μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης

γ) Απώλειες βοηθητικού εξοπλισμού

Αυτές περιλαμβάνουν την δαπανώμενη ενέργεια των οργάνων ελέγχου (αντλιών, ανεμιστήρων, κ.λπ.). [17], [24]

### 6.6.2 Προσδιορισμός δυσλειτουργιών - Εξοικονόμηση Ενέργειας

Αυτή η υποενότητα, ασχολείται με την καταγραφή των δυσλειτουργιών και την επιτυγχάνομενη εξοικονόμηση. Η συγκροτημένη προσέγγιση πραγματοποιείται σε σταθερή βάση, τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα στις περισσότερες περιπτώσεις.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι αναγνώρισης των προβλημάτων και βελτίωσης της ενεργειακής κατανάλωσης που εμφανίζονται στην ψύξη. Αυτές είναι: Παρακολούθηση και Καθορισμός Στόχων [(Π&Σ) (Monitoring and Targeting)] και Εκτέλεση Δοκιμαστικής Εξέτασης [(Ε.Δ.Ε.) (Performance Testing)].

Με την Π&Σ, η κατανάλωση ψυκτικής εγκατάστασης μετριέται σε σταθερή χρονική, π.χ. εβδομαδιαία βάση. Οι τιμές της κατανάλωσης συγκρίνονται με τις τιμές στοχοθέτησης, λαμβάνοντας υπόψη εξωγενείς παράγοντες, όπως παραγωγικές δραστηριότητες, θερμοκρασίες περιβάλλοντος κ.λπ..

Η Εκτέλεση Δοκιμαστικής Εξέτασης (Ε.Δ.Ε.) περιλαμβάνει μετρήσεις παραμέτρων κλειδιών του συστήματος ψύξης και σύγκριση αυτών των παραμέτρων (θερμοκρασίες και πιέσεις) με τις αναμενόμενες τιμές που

βασίζονται στα στοιχεία του κατασκευαστή. Κατάλληλο λογισμικό βοηθάει στην ολοκλήρωση αυτής της μεθόδου.

Η Ε.Δ.Ε. υποδεικνύει τα προβλήματα της ψυκτικής εγκατάστασης, ενώ η μέθοδος Π&Σ επίσης τονίζει τα προβλήματα ανάλογα με τις ψυκτικές απαιτήσεις. [17], [24]

### 6.6.3 Εκσυγχρονισμός εγκατάστασης

Όσον αφορά τον εκσυγχρονισμό των ψυκτικών εγκαταστάσεων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας εφαρμόζονται τα εξής:

1. Εγκατάσταση καταγραφικών και μετρητικών συστημάτων, καθώς και αυτοματισμών για την παρακολούθηση και καταγραφή των ενεργειακών μεγεθών και επίσης, ελέγχου όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την απόδοση της ψυκτικής εγκατάστασης. Με τη χρήση των αυτοματισμών επιδιώκεται η αυτόματη προσαρμογή του κάθε θερμικού φορτίου με την επιμέρους ενέργεια που καταναλώνεται από τα ψυκτικά στοιχεία στους συμπίεστές και τους συμπυκνωτές.

*Ο αποδοτικότερος τύπος ψυκτικών αυτοματισμών είναι εκείνος που ο έλεγχος και η ρύθμιση γίνεται απευθείας από κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστικό σύστημα και με προκαθορισμένο πρόγραμμα λειτουργιών. Οι μετρήσεις των διαφόρων αισθητήρων μεταφέρονται στο κεντρικό σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή, επεξεργάζονται και από εκεί τα σήματα ρύθμισης μεταδίδονται στα αντίστοιχα όργανα. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται η βέλτιστη διαχείριση και εκμετάλλευση ενέργειας.*

2. Χρησιμοποίηση εναλλακτών θερμότητας ψυκτικού μέσου - νερού. Με αυτούς γίνεται εκμετάλλευση της υπερθέρμανσης του ψυκτικού μέσου, το οποίο είναι υπέρθερμο μετά τη φάση συμπίεσης και προθερμαίνει σημαντικές ποσότητες νερού αξιοποιώντας έτσι την απορριπτόμενη θερμική ενέργεια.
3. Με τη σωστή επιλογή των μονώσεων επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Επιδιώκεται η εγκατάσταση καλύτερων και αποτελεσματικότερων υλικών μόνωσης τόσο στους ψυκτικούς θαλάμους όσο και στα δίκτυα σωληνώσεων. Έχει υπολογιστεί ότι με την ενίσχυση-βελτιστοποίηση της μόνωσης, π.χ. ενός ψυκτικού θαλάμου καθώς και με τον περιορισμό των απωλειών από το ανοιγοκλείσιμο των θυρών, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό από 10% έως 20%.

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να έχουν :

- υψηλή θερμομονωτική ικανότητα, που καθορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας K
- υψηλή αντοχή στην υδροαπορρόφηση και στην διάχυση ατμών
- μεγάλη μηχανική αντοχή
- μεγάλη διάρκεια ζωής



Στον παρακάτω πίνακα, αναφέρονται διάφορες επεμβάσεις στην ψυκτική εγκατάσταση καθώς και τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας ανά επέμβαση (βελτίωση μόνωσης, εγκατάσταση και χρήση καταγραφικών και αυτοματισμών, έλεγχος διαρροών). [17], [24]

<b>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</b>	<b>ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ</b>
1. Βελτίωση των Συμπιεστών	10-20%
2. Ορθολογική Χρήση Συμπιεστή	15-20%
3. Προγραμματισμένη Συντήρηση	15-20%
4. Σωστή επιλογή μόνωσης	10-15%
5. Εγκατάσταση Αυτοματισμών	15-20%

*Πίνακας 6.6.1 Επεμβάσεις για Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Ψυκτική Εγκατάσταση*

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ**

- ✓ Οι προτάσεις αναφέρονται στην ενότητα 6.6.3 και φαίνονται ποσοστιαία, στον πίνακα 6.6.1

## 6.7 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ HVAC

### 6.7.1 Εισαγωγή



*Εικόνα 6.7.1 Σύστημα HVAC*

Το HVAC (που προφέρεται ως τέσσερα χωριστά γράμματα) είναι ένα αρκτικόλεξο που αντιπροσωπεύει «τη θέρμανση (**H**eat), τον εξαερισμό (**V**entilation) και τον κλιματισμό (**A**ir-**C**onditioning)» και περιλαμβάνει γενικά, ποικίλα ενεργά μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί ο θερμικός έλεγχος των κτιρίων. Ο έλεγχος του θερμικού περιβάλλοντος αποτελεί βασικό στόχο ουσιαστικά για όλα τα κατειλημμένα κτίρια. Για πολλές χιλιετίες, ο έλεγχος αυτός απλά περιοριζόταν στην προσπάθεια να εξασφαλιστεί η επιβίωση κατά τη διάρκεια των ψυχρών χειμώνων. Στο σύγχρονο κόσμο, οι προσδοκίες του θερμικού ελέγχου πηγαίνουν αρκετά πέρα από την επιβίωση και περιλαμβάνουν τις σύνθετες θεωρήσεις για θερμική άνεση και ποιότητα του αέρα, που επηρεάζουν την υγεία, την ικανοποίηση και την παραγωγικότητα των ατόμων που καταλαμβάνουν τους χώρους του κάθε κτιρίου.

Ένα σύστημα θέρμανσης («**H**») σχεδιάζεται για να προσθέτει θερμική ενέργεια σε ένα χώρο ή κτίριο, προκειμένου να διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία αέρα, η οποία ειδάλλως δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί λόγω της ροής της θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον (απώλεια θερμότητας).

Ένα σύστημα εξαερισμού («**V**») έχει ως σκοπό του, το να κυκλοφορεί τον αέρα σε ένα χώρο, ώστε να τον κινεί χωρίς να χρειάζεται να αλλάξει η θερμοκρασία του. Τα συστήματα εξαερισμού μπορούν, και σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει, να χρησιμοποιούνται για να βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και, κατ' αυτόν τον τρόπο, τα επίπεδα άνεσης των ενοίκων.

Ένα σύστημα ψύξης (ή αλλιώς δροσισμού) που δεν περιλαμβάνεται ρητά ως έννοια στο αρκτικόλεξο HVAC, σχεδιάζεται για να αφαιρεί θερμική ενέργεια από ένα χώρο ή κτίριο. Αυτό, είναι ανάγκη να γίνεται προκειμένου να

διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία του αέρα, χαμηλότερη συγκριτικά με αυτή που, θα επικρατούσε λόγω της αναπόφευκτης ροής θερμότητας τόσο από τις εσωτερικές πηγές της όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του χώρου (κέρδος θερμότητας).

Οι ψυκτικές διατάξεις εξετάζονται συνήθως ως τμήμα του «AC», σε σχέση με τα αρχικά HVAC. Το «AC» υποδηλώνει τον κλιματισμό (Air-Conditioning).

Ένα σύστημα κλιματισμού, σύμφωνα με τον ορισμό της ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία των Μηχανικών Θέρμανσης, Κατάψυξης και Κλιματισμού), είναι μία συνάθροιση συνιστωσών, με μια καθορισμένη δομή και λειτουργία, που πρέπει να εκπληρώνει τέσσερις στόχους ταυτόχρονα.

Αυτοί, είναι ο έλεγχος:

- της θερμοκρασίας του αέρα,
- της υγρασίας του αέρα,
- της κυκλοφορίας του αέρα και
- της ποιότητας του αέρα.

Αν και η λέξη «έλεγχος» αφορά μια πολύ αόριστη έννοια, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από τον εξαιρετικά ακριβή έλεγχο των εγκαταστάσεων κεντρικών υπολογιστών μέχρι τον έλεγχο για νυχτερινή λειτουργία στις κατοικίες, η απαίτηση από ένα σύστημα κλιματισμού να είναι σε θέση να τροποποιεί ταυτόχρονα και τις ανωτέρω τέσσερις ιδιότητες του αέρα, καταδεικνύει το βαθμό της πολυπλοκότητας των εν λόγω συστημάτων. Η φράση «κλιματισμός» συχνά χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια μεγάλη ποικιλία επιπέδων υπηρεσιών, από το μηχανικό εξαερισμό μέχρι τα σύνθετα συστήματα που παρέχουν και τους τέσσερις προαναφερθέντες ελέγχους. [18], [23]

### 6.7.2 Εξοικονόμηση ενέργειας στα HVAC

Ο στόχος της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό εκ των προτέρων της κάθε δράσης που θα αναληφθεί προς την κατεύθυνση αυτή. Κατ'αρχήν, πρέπει να εντοπιστούν και να υλοποιηθούν όσο το δυνατό συντομότερα τα μέτρα χαμηλού ή μηδενικού κόστους που μπορούν να εφαρμοστούν. Τα μέτρα που απαιτούν μεγαλύτερη επένδυση κεφαλαίου πρέπει να αξιολογούνται προσεκτικά, προκειμένου να εκτιμηθούν τα ενεργειακά και οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν από την εφαρμογή τους. Αν κριθούν επικερδή, θα πρέπει επίσης να υλοποιούνται το συντομότερο δυνατό.

Προγραμματισμό και οργάνωση απαιτούν, επίσης, τόσο η συντήρηση του εξοπλισμού σε καλή κατάσταση όσο και η διατήρηση της κινητοποίησης του προσωπικού σε υψηλά επίπεδα.

### 6.7.2.1 Θέρμανση Χώρων

- Εξέταση της περίπτωσης αλλαγής καυσίμου (εάν ο λέβητας μπορεί να λειτουργήσει χρησιμοποιώντας περισσότερα του ενός καύσιμα).
- Έλεγχος ότι οι χρονοδιακόπτες έχουν ρυθμιστεί στην ελάχιστη περίοδο και ότι οι θερμοστάτες των διαφόρων χώρων και τα συστήματα ελέγχου των θερμαντικών σωμάτων είναι ρυθμισμένα στα ελάχιστα επίπεδα που ικανοποιούν τις συνθήκες άνεσης των ενοίκων.
- Έλεγχος ότι θερμαίνονται μόνο οι κατειλημένοι χώροι και ότι η θέρμανση είναι κλειστή ή σε μειωμένο επίπεδο τις ώρες που αυτοί είναι κενοί.
- Αν υπάρχει σύστημα κεντρικής ενεργειακής διαχείρισης (ΣΚΕΔ), χρειάζεται έλεγχος της σωστής λειτουργίας του και ότι οι χειριστές του είναι εκπαιδευμένοι να το χρησιμοποιούν αποτελεσματικά.
- Μείωση της θερμοκρασίας του νερού για τη θέρμανση των χώρων σε μία ελάχιστη τιμή, σύμφωνα με τις κάθε φορά ανάγκες.
- Έλεγχος ότι οι αντλίες λειτουργούν μόνο όταν χρειάζεται.

### 6.7.2.2 Εξαερισμός

- Έλεγχος ότι η κύρια εγκατάσταση και οι ανεμιστήρες στις τουαλέτες σταματούν να λειτουργούν όταν οι χώροι είναι κενοί.
- Έλεγχος ότι τα παράθυρα δεν τα ανοίγουν οι ίδιοι οι χρήστες των χώρων, προκειμένου να αποφύγουν την υπερθέρμανση το χειμώνα.
- Έλεγχος ότι οι ανεμιστήρες της κουζίνας (όταν υφίσταται η δυνατότητα παροχής υπηρεσιών catering) κλείνουν όταν παύουν να λειτουργούν οι συσκευές μαγειρικής.
- Έλεγχος ότι η παροχή φρέσκου αέρα είναι συμβατή με τα επίπεδα πληρότητας των χώρων.

### 6.7.2.3 Κλιματισμός

- Ρύθμιση της θερμοκρασίας για την ψύξη στους 24°C ή ψηλότερα - η χαμηλότερη ρύθμιση απαιτεί περισσότερη ενέργεια και μπορεί να λειτουργήσει ανταγωνιστικά με τη θέρμανση.
- Όπου ο σχεδιασμός του κτιρίου το επιτρέπει, χρειάζεται έλεγχος ότι δεν εφαρμόζεται ψύξη και θέρμανση την ίδια στιγμή στην ίδια περιοχή του κτιρίου (μπορεί να χρειαστεί η βοήθεια κάποιου συμβούλου ή ενός κατάλληλου μηχανικού σε αυτό το θέμα).
- Έλεγχος ότι οι ψυκτικές μονάδες, π.χ. τα συστήματα ψυχρού νερού, δεν λειτουργούν άσκοπα.
- Έλεγχος ότι οι φυσητήρες και οι αντλίες δεν λειτουργούν όταν το σύστημα δε χρησιμοποιείται.

#### 6.7.2.4 Εξοπλισμός

- Ενθάρρυνση του προσωπικού να σβήνει τον οποιοδήποτε εξοπλισμό όταν αυτός δεν χρησιμοποιείται.

#### 6.7.2.5 Συστήματα Ελέγχου

- Έλεγχος ότι όλα τα συστήματα ελέγχου είναι καταλλήλως σηματοδοτημένα, ώστε να υποδηλώνεται η λειτουργία τους και, αν χρειάζεται, οι νέες μειωμένες ρυθμίσεις τους.
- Ανάθεση ευθυνών για τη ρύθμιση των συστημάτων ελέγχου, την επιθεώρησή τους και τη βαθμονόμησή τους.

#### 6.7.2.6 Υλικά Κτιρίου

- Έλεγχος ότι όλες οι μονώσεις και τα στεγανωτικά βρίσκονται σε καλή κατάσταση.

#### 6.7.2.7 Συντήρηση

Τα ενεργειακά συστήματα που δεν συντηρούνται κατάλληλα, καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για να επιτύχουν τα ίδια επίπεδα άνεσης. Η καλή προληπτική συντήρηση κρατάει το κόστος λειτουργίας χαμηλά, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται η ποιότητα των υπηρεσιών, καθώς τα συστήματα αποδίδουν καλύτερα και χωρίς να χάνονται ώρες λειτουργίας.

Ένα μεθοδικό πρόγραμμα συντήρησης θα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον τα ακόλουθα σημεία:

- Τα φίλτρα αέρα, νερού και των άλλων υγρών, τα οποία υφίστανται κατά κόρον στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, πρέπει να αντικαθίστανται στα συνιστώμενα από τον κατασκευαστή διαστήματα. Επιπλέον, οι επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας, οι εσχάρες και οι άλλες είσοδοι και έξοδοι του αέρα πρέπει να διατηρούνται καθαρές και να μην καλύπτονται από άλλο εξοπλισμό ή επίπλωση.
- Θα πρέπει να ελέγχεται τακτικά η λειτουργία των κεντρικών μονάδων και των συστημάτων ελέγχου.
- Οι μηχανοκίνητες βαλβίδες και οι πεταλούδες θα πρέπει να ανοίγουν και να κλείνουν εντελώς, χωρίς να κολλάνε.
- Οι θερμοστάτες και οι υγροστάτες πρέπει να δουλεύουν με ακρίβεια.
- Η βαθμονόμηση των συστημάτων ελέγχου πρέπει να εκτελείται τακτικά.
- Πρέπει να συντηρείται τακτικά το λεβητοστάσιο και να ελέγχεται η απόδοση της καύσης.

- Πρέπει να εντοπίζονται και να διορθώνονται άμεσα οι διαρροές νερού του κύριου δικτύου σωληνώσεων, καθώς αυτές οδηγούν σε διάβρωση, σπατάλη νερού και διάχυση θερμότητας. [18], [23]

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ**

- ✓ Οι προτάσεις αναφέρονται στις ενότητες 6.7.2.1 - 6.7.2.7

## 6.8 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ



*Εικόνα 6.8.1 Αεροσυμπιεστής*

### 6.8.1 Εγκατάσταση αεροσυμπιεστών, προετοιμασία και διανομή του πεπιεσμένου αέρα

#### 6.8.1.1 Γενικά

Η χρήση του πεπιεσμένου αέρα σαν ένα μέσο για αυξημένη απόδοση στην παραγωγική διαδικασία είναι πολύ καλά καθιερωμένη στην βιομηχανία. Οι αεροσυμπιεστές μπορούν να βρεθούν σε σχεδόν όλα τα εργοστάσια.

Ο αεροσυμπιεστής αποτελεί μία από τις πλέον σημαντικές εγκαταστάσεις παροχής ενέργειας - ευκολίας για την εξοικονόμηση εργατοωρών και για την αύξηση της παραγωγής.

Επομένως, η επιλογή ενός αεροσυμπιεστή δικαιούται προσεκτικής ανάλυσης. Είναι μία από τις πλέον σημαντικές αποφάσεις για το στήσιμο ενός νέου εργοστασίου ή την επέκταση ενός ήδη υπάρχοντος.

Ο αεροσυμπιεστής είναι συχνά μείζων εξοπλισμός κατανάλωσης ενέργειας και επομένως, η απόδοσή του έχει σημαντική επίδραση στο συνολικό λειτουργικό κόστος του εργοστασίου.

#### 6.8.1.2 Επιλογή αεροσυμπιεστή

Μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του τύπου του αεροσυμπιεστή και του τύπου της εγκατάστασης είναι:

- ✓ Η προοριζόμενη χρήση και επομένως οι απαιτήσεις για πίεση λειτουργίας, καθαρότητα – ποιότητα κ.λπ..
- ✓ Πόσα και πως είναι κατανεμημένα τα σημεία χρήσης.

- ✓ Η μέγιστη και η ελάχιστη απαίτηση σε αέρα, οι εποχιακές διαφοροποιήσεις, οι προβλεπόμενες μελλοντικές επεκτάσεις.
- ✓ Οι συνθήκες περιβάλλοντος. Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι οι ακραίες θερμοκρασίες, ο μολυσμένος αέρας, τα μεγάλα υψόμετρα κ.λπ..
- ✓ Το είδος του κτιρίου στο οποίο θα εγκατασταθεί ο αεροσυμπιεστής. Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη, είναι οι περιορισμοί σε χώρους, το αποδεκτό φορτίο για το δάπεδο, οι περιορισμοί σε κραδασμούς κ.λπ..
- ✓ Διαθεσιμότητα και κόστος του νερού ψύξης, ανάγκη για επεξεργασία του νερού, ανακυκλοφορία κ.λπ..
- ✓ Ποιο είναι το κόστος ενέργειας;
- ✓ Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την πιθανή ανάκτηση ενέργειας;
- ✓ Υπάρχουν όρια στην διαθέσιμη ισχύ;
- ✓ Υπάρχουν όρια στον εκπεμπόμενο θόρυβο;
- ✓ Είναι η ανάγκη για αέρα συνεχής ή περιοδική;
- ✓ Είναι το κόστος της διακοπής λειτουργίας παραδεκτό;
- ✓ Υπάρχει διαθεσιμότητα έμπειρων χειριστών και προσωπικού συντήρησης;

#### 6.8.1.3 Εγκατεστημένη παροχή αέρα

Η απαιτούμενη παροχή αέρα είναι φυσικά πρωταρχικής σημασίας. Μία μελέτη του εξοπλισμού που χρησιμοποιεί αέρα σε ένα τυπικό εργοστάσιο θα δείξει ότι αρκετός εξοπλισμός λειτουργεί σχεδόν συνεχώς, ενώ υπάρχουν και μηχανήματα που λειτουργούν σπάνια αλλά μπορεί να απαιτούν σχετικά μεγάλη παροχή αέρα όταν είναι σε χρήση.

Οι συνολικές απαιτήσεις σε αέρα δεν θα πρέπει επομένως να είναι το άθροισμα των ξεχωριστών μέγιστων απαιτήσεων, αλλά το σύνολο των μέσων όρων των καταναλώσεων κάθε μηχανήματος.

Ο καθορισμός της μέσης κατανάλωσης αέρα διευκολύνεται από την χρήση του συντελεστή φορτίου. Ο συντελεστής φορτίου είναι ο λόγος της πραγματικής κατανάλωσης αέρα σε σχέση με την μέγιστη συνεχή κατανάλωση σε πλήρες φορτίο.

Στον όρο συντελεστής φορτίου εμπλέκονται δύο παράγοντες:

Ο πρώτος παράγοντας είναι ο **Συντελεστής Χρόνου**, ο οποίος είναι το ποσοστό του συνολικού χρόνου λειτουργίας κατά την διάρκεια του οποίου το μηχάνημα είναι πραγματικά σε χρήση.

Ο δεύτερος παράγοντας είναι ο **Συντελεστής Έργου**, ο οποίος είναι το ποσοστό του αέρα που χρειάζεται για τη μέγιστη δυνατή απόδοση του έργου/λεπτό που απαιτείται σε σχέση με αυτό που πραγματικά εκτελείται από το μηχάνημα.

Ο **Συντελεστής Φορτίου** είναι το γινόμενο του **Συντελεστή Χρόνου** και του **Συντελεστή Έργου**.



### Συμπληρωματικοί παράγοντες:

Αν και οι διαρροές είναι κοστολογικά ασύμφορες και θα πρέπει, φυσικά, να κρατηθούν στο ελάχιστο, είναι σύνηθες να προσθέτουμε περίπου 10% στην προϋπολογιζόμενη κατανάλωση αέρα για πιθανές διαρροές, όταν υπολογίζουμε την συνολική απαίτηση. Οι σωληνώσεις του αέρα μπορούν να κρατηθούν στεγανές, αλλά επειδή ο μελετητής σπάνια έχει τον έλεγχο της συντήρησης, συνιστάται να αφήνουμε αυτό το λογικό περιθώριο.

Πριν τελικά επιλέξουμε το μέγεθος του αεροσυμπιεστή, θα πρέπει προσεκτικά να λάβουμε σοβαρά υπόψη ότι από την στιγμή που θα υπάρχει πεπιεσμένος αέρας διαθέσιμος για χρήση, η πολύπλευρη χρήση του θα οδηγήσει σε πολλές ακόμα χρήσεις και εφαρμογές που δεν είχαν αρχικά υπολογιστεί. Η γενική επέκταση της παραγωγικής διαδικασίας του εργοστασίου θα πρέπει, επίσης, να ληφθεί υπόψη.

#### 6.8.1.4 Δίκτυα διανομής του πεπιεσμένου αέρα



**Εικόνα 6.8.2** Δίκτυο διανομής πεπιεσμένου αέρα

Ο σωστός σχεδιασμός, η εγκατάσταση και η συντήρηση του δικτύου διανομής του πεπιεσμένου αέρα είναι ουσιώδη εάν θέλουμε το σύστημα να είναι αποδοτικό, αξιόπιστο και οικονομικό. Οι μεταλλικοί σωλήνες, οι βάνες, οι ελαστικοί σωλήνες, οι συνδέσεις κ.λπ. πρέπει να είναι στις σωστές διαστάσεις και τύπο για να μειωθεί το κόστος ενέργειας στο ελάχιστο δυνατό και να εξασφαλίσει την παροχή πεπιεσμένου αέρα στην απαιτούμενη ποιότητα.

Τα ακόλουθα κριτήρια πρέπει να ικανοποιηθούν σε ένα κατάλληλα σχεδιασμένο σύστημα διανομής αέρα:

- Η σωστή πίεση αέρα στα σημεία κατανάλωσης
- Η ελάχιστη δυνατή διαρροή
- Επαρκής παροχή
- Σωστή ποιότητα αέρα
- Καλά σχεδιασμένη διαρρύθμιση και ευελιξία
- Αποδοτικά εξαρτήματα δικτύου αέρα
- Ασφάλεια με πλήρη συμμόρφωση στους τοπικούς κανονισμούς

Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, και όχι μόνο, θα πρέπει να δώσουμε μεγάλη προσοχή στον σχεδιασμό των σωληνώσεων του πεπιεσμένου αέρα, καθώς επίσης στις σωληνώσεις του νερού και του ατμού. Το ίδιο ισχύει και για τα ηλεκτρικά καλώδια.

Αυξημένοι λογαριασμοί ενέργειας, χαμηλή παραγωγικότητα και μειωμένη απόδοση στα αεροεργαλεία είναι το πιθανότερο αποτέλεσμα εάν το δίκτυο διανομής του αέρα είναι ανεπαρκές.

Παραδείγματος χάριν,

- ❖ Μία πτώση πίεσης της τάξης του 1 bar, σημαίνει 7% περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια στον αεροσυμπιεστή.
- ❖ Για κάθε 0.1 bar χαμηλότερη πίεση λειτουργίας στο αεροεργαλείο από την κανονική, έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσής του κατά 2,5%.

Η πλέον κατάλληλη κατασκευή για ένα εσωτερικό δίκτυο πεπιεσμένου αέρα, φυσικά διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση, καθώς εξαρτάται από τέτοιους παράγοντες όπως:

- Το μέγεθος του κτιρίου
- Τον αριθμό των ορόφων
- Την βασική δομή - κατασκευή του κτιρίου
- Τον αριθμό των σημείων κατανάλωσης αέρα και την θέση του

Υπάρχουν δύο βασικά συστήματα για την εγκατάσταση εσωτερικού δικτύου διανομής αέρα:

1. Οι σωληνώσεις τοποθετούνται σε κανάλια στο δάπεδο, με τον απαιτούμενο αριθμό των διακλαδώσεων.
2. Οι σωληνώσεις είναι αναρτημένες στους τοίχους ή στην οροφή του κτιρίου.

Στην πρώτη μέθοδο, η οποία ήταν δημοφιλής στο παρελθόν, η διαρρύθμιση της εγκατάστασης καθορίζεται από τα διαθέσιμα κανάλια τα οποία είναι κατασκευασμένα στο δάπεδο του κτιρίου. Επομένως, η αλλαγή της διαρρύθμισης του δικτύου είναι δύσκολη, έως αδύνατη, να γίνει.

Η εσωτερική συγκοινωνία και μεταφορά δεν παρεμποδίζεται την στιγμή που όλα τα κανάλια καλύπτονται από επιδαπέδια ελάσματα ή πλάκες.

Οι τοίχοι είναι ελεύθεροι από σωληνώσεις, το οποίο είναι επιθυμητό σε ορισμένες περιπτώσεις.

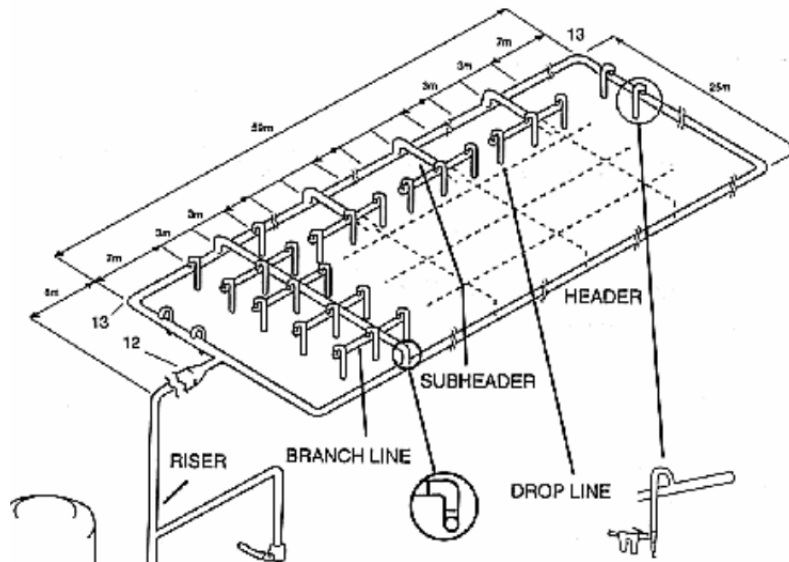
Η δεύτερη μέθοδος, όπου οι σωληνώσεις αναρτώνται στους τοίχους ή την οροφή του κτιρίου, είναι η πλέον δημοφιλής σήμερα και διακρίνεται για την απλότητα, την ευελιξία, το χαμηλό κόστος κατασκευής, την εύκολη συντήρηση και την δυνατότητα τροποποίησης του δικτύου με λογικό κόστος. Οι σωληνώσεις θα πρέπει να εγκατασταθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην εμποδίζουν άλλες εγκαταστάσεις και άλλο βιομηχανικό εξοπλισμό.

Το δίκτυο του αέρα θα πρέπει να είναι βαμμένο με κατάλληλο χρώμα για την προστασία του από την οξείδωση. Το χρώμα θα πρέπει να διαφοροποιεί εμφανώς τις σωληνώσεις του αέρα από τις άλλες π.χ. για το νερό και το αέριο.

Η μόνωση των σωληνώσεων του πεπιεσμένου αέρα δεν είναι γενικά απαραίτητη. Υδατοπαγίδες με αυτόματη εκκένωση των συμπυκνωμάτων θα πρέπει να εγκατασταθούν στα χαμηλότερα σημεία.

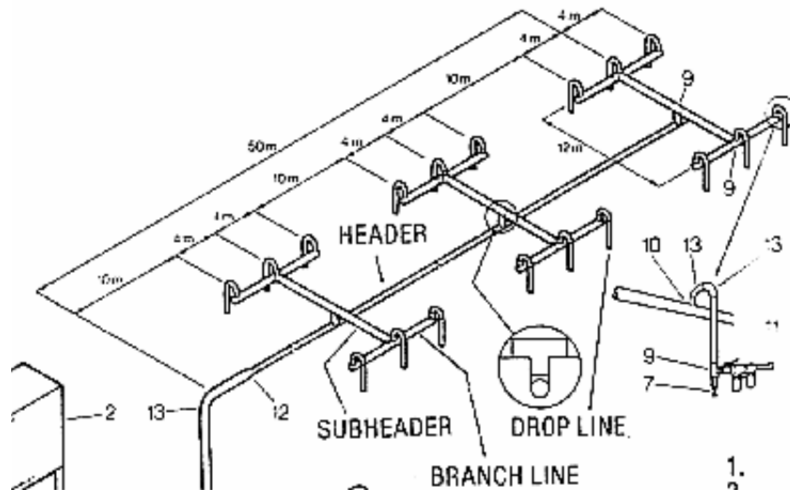
Υπάρχουν δύο βασικές επιλογές για την εναέρια, επί τοίχου ή κάτω από την οροφή εγκατάσταση ενός δικτύου πεπιεσμένου αέρα:

#### A) Σύστημα κλειστού βρόχου



*Εικόνα 6.8.3 Σύστημα κλειστού βρόχου*

## B) Κλασικό σύστημα μονής κεντρικής γραμμής



*Εικόνα 6.8.4 Σύστημα μονής κεντρικής γραμμής*

Γενικά, η καλύτερη λύση για την κατασκευή του δικτύου διανομής πεπιεσμένου αέρα, είναι το σύστημα κλειστού βρόχου γύρω από την περιοχή όπου η κατανάλωση του αέρα λαμβάνει χώρα. Οι γραμμές των διακλαδώσεων τρέχουν από το κεντρικό δακτύλιο στα διάφορα σημεία της κατανάλωσης αέρα.

Με αυτόν τον τρόπο, έχουμε μία σημαντικά ομαλότερη παροχή πεπιεσμένου αέρα για περιπτώσεις μεγάλων και περιοδικών καταναλώσεων, επειδή ο αέρας οδηγείται στα σχετικά σημεία κατανάλωσης από δύο κατευθύνσεις.

Το συγκεκριμένο σύστημα θα πρέπει να χρησιμοποιείται για όλες τις εγκαταστάσεις, εκτός εάν υπάρχουν ξεχωριστά σημεία με υψηλή κατανάλωση αέρα σε σημαντική απόσταση από το αεροστάσιο. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να εγκατασταθεί ξεχωριστή κεντρική γραμμή για αυτά τα σημεία.

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- Πιο ισορροπημένη πίεση σε όλο το δίκτυο διανομής
- Χαμηλότερη πτώση πίεσης
- Δυνατότητα μικρότερης διαμέτρου στις σωληνώσεις κατά 25%
- Ευελιξία και αυξημένη χρηστικότητα σε μελλοντικές επεκτάσεις ή προσθήκη νέων λήψεων αέρα. [19]

### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ

- ✓ Έλεγχος του δικτύου διανομής πεπιεσμένου αέρα για τυχόν διαρροές
- ✓ Αντικατάσταση του, ενός εκ των δυο αεροσυμπιεστών, ηλεκτροκινητήρα με νέο αποδοτικότερο

## 6.9 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

(Η συγκεκριμένη εξοικονόμηση αφορά μόνο το κτίριο των γραφείων)

### 6.9.1 Διπλοί υαλοπίνακες

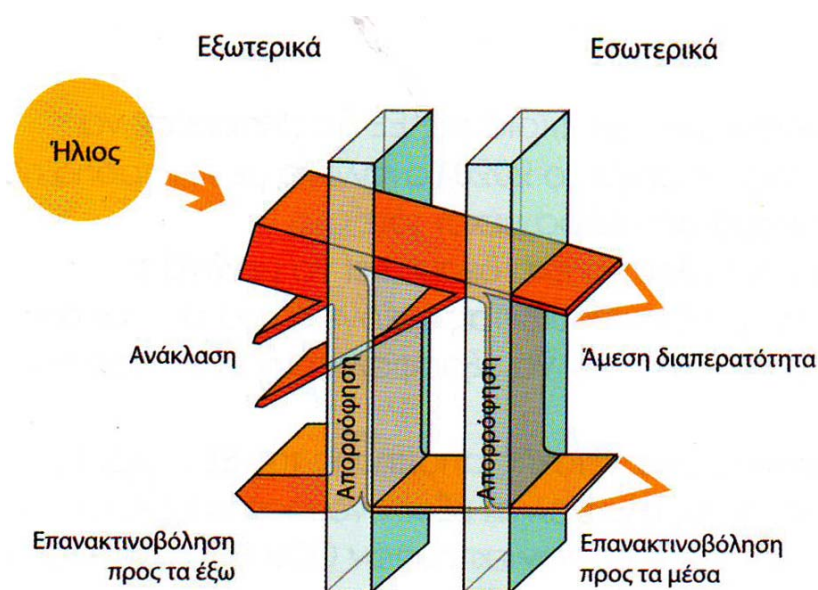
Τα παράθυρα με διπλά τζάμια, όπου έχουμε δύο παράλληλες γυάλινες επιφάνειες να χωρίζονται από αέρα ή τα αδρανή αέρια κρυπτόν ή αργόν ή το κενό, φτιάχτηκαν κυρίως για να μη διαρρέει θερμότητα από το ζεστό εσωτερικό του κτιρίου στη διάρκεια του χειμώνα προς τα έξω. Το αργόν (Ar) είναι καλύτερο μονωτικό από τον αέρα και το κρυπτόν (Kr) ακόμη καλύτερο, αλλά και ακόμη ακριβότερο από το αργόν, ενώ το κενό είναι ό,τι καλύτερο και πολύ ακριβότερο φυσικά.



Εικόνα 6.9.1 Διπλοί υαλοπίνακες

Η διάδοση της θερμότητας από τη μια πλευρά ενός παραθύρου με διπλά τζάμια στην άλλη γίνεται με τρεις τρόπους· μέσω του στερεού πλαισίου, μέσω της κυκλοφορίας του αερίου που μεσολαβεί και με απευθείας εκπομπή. Τα παλιά παράθυρα μετατρέπουν το καλοκαίρι τα σπίτια και τα γραφεία μας σε ιδανικά θερμοκήπια και τον χειμώνα επιτρέπουν στην, ακριβοπληρωμένη από εμάς, θερμότητα να διαρρέει προς τα έξω. Εκεί που έχει πολύ κρύο αλλά και στα βόρεια παράθυρα, τα διπλά τζάμια με απλό γυαλί είναι μια χαρά. Μπαίνουν όλες οι ακτινοβολίες, ζεσταίνουν και η πιο πολύ θερμική ενέργεια μένει μέσα. Εκεί όμως, που έχει ζέστη και κυρίως στα δυτικά παράθυρα, όπου ο ήλιος το απόγευμα του καλοκαιριού μετατρέπεται κυριολεκτικά σε πυρπολητή του κτιρίου, έχουμε άλλες απαιτήσεις. Από τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία, περισσότερη από τη μισή είναι αόρατη, με το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό να ανήκει στην υπέρυθρη.

Υπάρχουν λοιπόν, ειδικά επιστρώματα που κάνουν η όλη επιφάνεια του παραθύρου να επιτρέπει μόνο στο ορατό φως να περνάει μέσα και έτσι να μη ζεσταίνονται τα δωμάτια. Όταν πέφτει επάνω στο τζάμι ακτινοβολία με μορφή διαδοχικών κυμάτων, ένα μέρος της ανακλάται, ένα μέρος της απορροφάται από αυτό και το υπόλοιπο περνάει. Αλλά το ενδιαφέρον είναι, ότι το πόση ενέργεια θα ανακλασθεί εξαρτάται και από τη γωνία που έχουν τα κύματα σε σχέση με το τζάμι. Αν είναι μικρή σε σχέση με την επιφάνεια του παραθύρου (μικρότερη από 30°, η ανακλώμενη ποσότητα αυξάνεται κατακόρυφα.



**Εικόνα 6.9.2** Εξωτερική και εσωτερική χρησιμότητα διπλών υαλοπινάκων

Αυτό τι σημαίνει για ένα κτίριο; Οτι τον χειμώνα που ο ήλιος είναι χαμηλά ως προς τον ορίζοντα, οι ακτίνες εισέρχονται σε μεγαλύτερη ποσότητα, ενώ το καλοκαίρι που δεν τις θέλουμε, ο ήλιος στο μεγαλύτερο μέρος της ημέρας είναι ψηλά, η γωνία μικραίνει αντίστοιχα και γι' αυτό οι περισσότερες ανακλώνται. Η ενέργεια της ακτινοβολίας που απορροφάται από το απλό γυαλί, κατά ένα μέρος θερμαίνει το αέριο που βρίσκεται ανάμεσα στις δύο γυάλινες πλάκες, αν πρόκειται για διπλό τζάμι, και το υπόλοιπο, που φθάνει το 84%, το εκπέμπει προς το εσωτερικό. Σήμερα όμως, χρησιμοποιούνται τζάμια «χαμηλής εκπομπής» (τα γνωστά και ως low-e) όπου το ποσοστό της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας δεν ξεπερνάει το 4%, ενώ το 96% της θερμικής ενέργειας ανακλάται. Αυτό έχει το πλεονέκτημα τον χειμώνα να στέλνει πάλι προς τα μέσα τη θερμότητα που δημιουργείται στο εσωτερικό του κτιρίου, κάτι που θέλουμε πολύ να γίνεται και το καλοκαίρι να μην αφήνει να μπαίνει υπερβολική ζέστη.

Ενας ακόμη λόγος που προσπαθούμε να αφήνουμε μόνο το ορατό τμήμα της ακτινοβολίας να μπαίνει από το παράθυρό μας κυρίως το καλοκαίρι έχει σχέση με την υπεριώδη ακτινοβολία, που έχει μάλιστα αυξηθεί λόγω της οπής του όζοντος. Την ενοχοποιούν δε, μολονότι δεν είναι ο μοναδικός υπαίτιος, για το ξεθώριασμα των χρωμάτων σε τοίχους, υφάσματα, έπιπλα, λόγω των χημικών αντιδράσεων που ευνοεί ιδιαίτερα όταν τα χρώματα έχουν φιλική προς

το περιβάλλον βάση. Γενικά πάντως, λιγότερη υπερθέρμανση μέσα στο κτίριο σημαίνει τρεις φορές περίπου λιγότερη απώλεια στα χρώματα γύρω μας. [20], [25]



**Σχήμα 6.9.1** Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια. Πηγή: ΚΑΠΕ

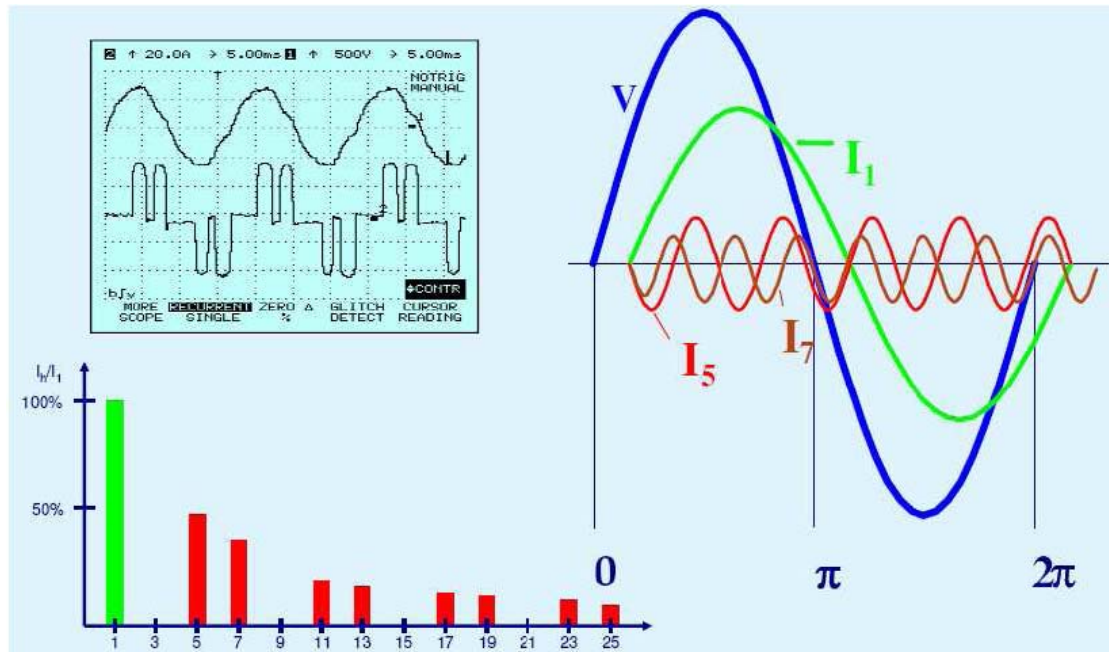
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ			
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας ( $W/m^2K$ )
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

**Πίνακας 6.9.1** Συντελεστές θερμοπερατότητας για υαλοπίνακες διάφορων τύπων. Πηγή: ΚΑΠΕ

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ

- ✓ Αντικατάσταση των υαλοπινάκων, του κτιρίου γραφείων, με διπλούς υαλοπίνακες [αέριο διακένου: αργόν (**Ar**) ή κρυπτόν (**Kr**)]

## 6.10 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΑΣΗΣ & ΡΕΥΜΑΤΟΣ



Εικόνα 6.10.1 Ανάλυση ημιτονοειδούς σήματος, όπου διακρίνονται οι αρμονικές 1<sup>ης</sup>, 3<sup>ης</sup>, 5<sup>ης</sup> και 7<sup>ης</sup> τάξης

### 6.10.1 Το πρόβλημα των αρμονικών

Τα προηγούμενα χρόνια, τα περισσότερα φορτία ήταν γραμμικά (επαγωγικοί κινητήρες, αντιστάσεις θέρμανσης, λάμπες πυρακτώσεως). Σήμερα όμως, χρησιμοποιούνται ευρέως φορτία μη γραμμικά, τα οποία όταν συνδέονται με μία πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής άγουν ρεύμα μη ημιτονοειδούς μορφής. Το φαινόμενο αυτό, έχει ως αποτέλεσμα την μόλυνση του δικτύου με αρμονικές και ειδικότερα με συνιστώσες του ρεύματος σε συχνότητες πολλαπλάσιες των 50 Hz (3ης, 5ης, 7ης ... τάξης) οι οποίες διαρρέουν τα καλώδια τροφοδοσίας των φορτίων και πλήττουν ολόκληρη την ηλεκτρική εγκατάσταση.

#### 6.10.1.1 Πηγές αρμονικών διαταραχών

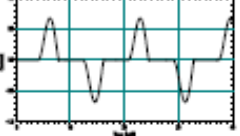
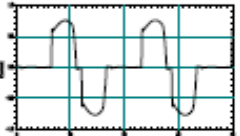
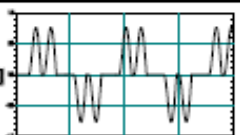
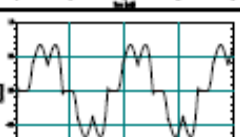
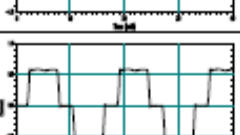
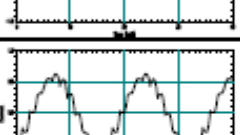
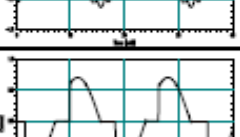
Μερικές από τις πηγές των αρμονικών που εμφανίζονται στα δίκτυα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- **Στρεφόμενες ηλεκτρικές μηχανές:** Οι αρμονικές οφείλονται στις οδοντώσεις του πυρήνα και στις ατέλειες των μαγνητικών κυκλωμάτων τους.
- **Ρεύματα μαγνήτισης των Μ/Σ:** Οι αρμονικές οφείλονται στο μαγνητικό κορεσμό των πυρήνων και στη μαγνητική υστέρηση.
- **Σιδηροσυντονισμός:** Οι αρμονικές οφείλονται σε ισχυρό μη γραμμικό φαινόμενο, προκαλούμενο από την αλληλεπίδραση μη γραμμικής επαγωγικής αντίδρασης (για παράδειγμα ένας μετασχηματιστής) με τη



χωρητικότητα του συστήματος. Συχνά υπερισχύουν οι συχνότητες του 1/3 ή 1/5 της βασικής και εμφανίζεται σαν υποαρμονικό φαινόμενο με υπερτάσεις, μεγάλα ρεύματα, παραμόρφωση κυματομορφών κλπ.

- **Μη γραμμικότητες δικτύου:** Προκύπτουν από φορτία όπως ανορθωτές, μετατροπείς, κλίβανοι ηλεκτρικού τόξου, μηχανήματα ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου, λαμπτήρες αερίου, ελεγκτές τάσης, μετατροπείς συχνότητας κ.ά.
- **Τριφασικά φορτία:** εισάγουν κυρίως αρμονικές περιττής τάξεως (5<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup>, 13<sup>η</sup>, 17<sup>η</sup> αρμονική).
- **Συσκευές που συνδυάζουν ημιαγωγούς και συστήματα διακοπής** (για εξοικονόμηση ενέργειας).
- **Συσκευές ελέγχου των κινητήρων σε εφαρμογές ελέγχου ταχύτητας έλξης** (π.χ. ηλεκτρικοί σιδηρόδρομοι).
- **Συσκευές μετατροπής και μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος με συνεχές ρεύμα υψηλής τάσεως.**
- **Ηλιακά και αιολικά συστήματα μικρής ισχύος,** με τους αντίστοιχους μετατροπείς ισχύος από εναλλασσόμενο σε συνεχές ρεύμα για τη σύνδεση των πηγών με τα συστήματα διανομής.
- **Συστήματα διόρθωσης συντελεστή ισχύος:** Η χρήση συστοιχιών πυκνωτών, προκαλεί παραγωγή αρμονικών λόγω συντονισμού, όπως επίσης και η χρήση πηνίων αντιστάθμισης που χρησιμοποιούνται για την εξουδετέρωση χωρητικών φορτίσεων (π.χ. μεγάλων γραμμών μεταφοράς). Άλλος λόγος δημιουργίας αρμονικών στα ανωτέρω συστήματα, είναι τα θυρίστορ, που περιλαμβάνονται στις νέες μεθόδους διόρθωσης του συντελεστή ισχύος.
- **Συσκευές φόρτισης συσσωρευτών:** Απαιτούν χρήση ανορθωτών και χρησιμοποιούνται για παράδειγμα σε ηλεκτρικά οχήματα που λειτουργούν με συσσωρευτές.
- **Συσκευές άμεσης μετατροπής ενέργειας:** (π.χ. μαγνητο-υδροδυναμική μετατροπή, κύτταρα καυσίμου, κλπ), που απαιτούν μετατροπείς από εναλλασσόμενο σε συνεχές ρεύμα.
- **Κυκλομετατροπείς (cycloconverters),** οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε κινητήρες χαμηλών ταχυτήτων και μεγάλων ροπών, κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές.
- **Στοιχεία θέρμανσης PBM (Pulse Burst-Modulated),** τα οποία χρησιμοποιούνται σε μεγάλους κλιβάνους. [21], [22], [26], [27]

Τύπος φορτίου	Τυπική κυματομορφή	Παραμόρφωση ρεύματος, $THD_r$
Μονοφασικό τροφοδοτικό		80% (υψηλή 3 <sup>η</sup> αρμονική)
Ημιανορθωτής		Υψηλή 2 <sup>η</sup> , 3 <sup>η</sup> , 4 <sup>η</sup> σε μερικό φορτίο
Ανορθωτής 6 παλμών, με χωρητική εξομάλυνση, χωρίς πηνίο σειράς		80%
Ανορθωτής 6 παλμών, με χωρητική εξομάλυνση, με πηνίο σειράς > 3%, ή τροφοδοσία dc κινητήρα		40%
Ανορθωτής 6 παλμών, με μεγάλο πηνίο για εξομάλυνση ρεύματος		28%
Ανορθωτής 12 παλμών		15%
Ρυθμιστής ac τάσης		Ανάλογα με την γωνία έναυσης
Λαμπτήρες φθορισμού		17%

**Πίνακας 6.10.1** Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η κυματομορφή και η αρμονική παραμόρφωση για διάφορα είδη φορτίων

### 6.10.2 Προβλήματα που δημιουργούν οι αρμονικές

Συνέπεια των αρμονικών είναι να προκαλούνται προβλήματα, τα οποία είναι ποικίλα και πολυσύνθετα. Αυτά εν συντομία συνοψίζονται στα εξής:

- Οι μετασχηματιστές και ο εξοπλισμός κίνησης υπερθερμαίνονται λόγω της επιπρόσθετης φόρτισης που υφίστανται. Επίσης, καταπονούνται μηχανικά, με αποτέλεσμα να υπάρχουν σε αυξημένο βαθμό δονήσεις και θόρυβος κατά τη λειτουργία τους.
- Ο ουδέτερος αγωγός υπερφορτίζεται, καθώς το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων που τον διαρρέουν δεν είναι πλέον ίσο με μηδέν (στην περίπτωση των συμμετρικών φορτίων). Τα ρεύματα των διαφόρων

συχνοτήτων προστίθενται και αποτελούν υπολογίσιμη ποσότητα, ενώ οι τιμές τάσης μεταξύ ουδετέρου - γης είναι μη αποδεκτές. Αποτέλεσμα αυτού, είναι το ρεύμα του ουδετέρου να μην είναι εντός των αποδεκτών ορίων τις περισσότερες φορές.

- Υπάρχουσες διατάξεις πυκνωτών κινδυνεύουν να καταστραφούν, σε περιπτώσεις όπου ο κλάδος στον οποίο συνδέονται, εμφανίζει ίδια συχνότητα με κάποιες από τις αρμονικές που υπάρχουν στο δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή, η σύνθετη αντίσταση του συγκεκριμένου κλάδου ελαχιστοποιείται με αποτέλεσμα να αυξάνει κατά πολύ το ρεύμα που τον διαρρέει. Έτσι, το πλάτος των αρμονικών αυξάνεται (ηλεκτρική ταλάντωση), αυξάνεται η ενεργός τάση και ένταση, οι πυκνωτές υπερθερμαίνονται και ενδέχεται είτε να καταστραφεί το διηλεκτρικό τους υλικό είτε να λιώσουν οι ασφάλειες τους με αποτέλεσμα τη θέση τους εκτός λειτουργίας.
- Τα μέσα ζεύξης και προστασίας φθείρονται και είναι πιθανό να λειτουργήσουν ανεπιθύμητα, ιδιαίτερα αν η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται σε θερμικά μοντέλα ή για τον υπολογισμό της ενεργούς τιμής της έντασης χρησιμοποιείται το πλάτος της κυματομορφής της, το οποίο είναι στην περίπτωση αυτή παραμορφωμένο.
- Η λειτουργία του ηλεκτρονικού εξοπλισμού και των γεννητριών καθίσταται αναξιόπιστη.
- Σημειώνονται λανθασμένες καταγραφές ηλεκτρικών μεγεθών από τις μετρητικές διατάξεις.
- Γίνεται σπατάλη ενέργειας με αποτέλεσμα οι λογαριασμοί κατανάλωσης ενέργειας να είναι υψηλότεροι.
- Μειώνεται η εφεδρεία της ηλεκτρικής εγκατάστασης, καθώς τα ρεύματα που διαρρέουν τα καλώδια και τους ηλεκτρικούς πίνακες, είναι σημαντικά μεγαλύτερα λόγω των αρμονικών.
- Μειώνεται το  $\cos\varphi$  και παράλληλα αυξάνονται οι απώλειες στα καλώδια. Οι αρμονικές ρεύματος δεν μεταφέρουν ενεργό ισχύ, αλλά συντελούν στην αύξηση της άεργης ισχύος. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερο ρεύμα για μια δεδομένη ενεργό ισχύ. Έτσι, οι αρμονικές αυξάνουν τις απώλειες ενέργειας στα καλώδια και στους μετασχηματιστές.
- Οι αρμονικές ρεύματος καθώς ρέουν στα καλώδια, δημιουργούν αντίστοιχες πτώσεις τάσεως. Εάν η σύνθετη αντίδραση του καλωδίου είναι μεγάλη, τότε δημιουργείται και παραμόρφωση της τάσης με αρμονικές. Αυτή η παραμορφωμένη τάση, επιβάλλεται και σε γραμμικά φορτία όπως οι κινητήρες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, αυξάνονται οι απώλειες σιδήρου των κινητήρων. Επιπλέον, ορισμένες αρμονικές όπως η 3<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup>, 8<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup>, 14<sup>η</sup>, 17<sup>η</sup>, κ.λπ., δημιουργούν αντίστροφα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο στους κινητήρες με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αντίστροφες ροπές σε αυτούς, το οποίο ισοδυναμεί με πέδησή τους. Αυτά γίνονται αντιληπτά σαν υπερθέρμανση των κινητήρων, η οποία βαθμιαία οδηγεί σε γήρανση της μόνωσής τους και τελικά, στη συχνή αλλαγή τους.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις η παραμόρφωση της τάσης μπορεί να επεκταθεί μέχρι και το σημείο σύνδεσης της βιομηχανίας με την ΔΕΗ, οπότε ενδεχομένως να υπάρχουν ανάλογες κυρώσεις για την μόλυνση του δικτύου. Σύμφωνα με την οδηγία της ΔΕΗ, η ανοχή στην

παραμόρφωση της τάσης μπορεί να είναι από 0,5% - 6%, αναλόγως του μεγέθους της αρμονικής.

- Οι αρμονικές μεγάλης συχνότητας δημιουργούν προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών σε δίκτυα τηλεπικοινωνιών και ειδικά σε βιομηχανικούς χώρους στην λειτουργία των διαφόρων ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου (προβλήματα στα PLC, λανθασμένες εντολές ελέγχου κ.λπ.). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των νεκρών χρόνων από δυσλειτουργία των ηλεκτρονικών συστημάτων και επομένως αύξηση του κόστους συντήρησης.

Όλα τα προαναφερθέντα, οδηγούν στη επιβάρυνση της ηλεκτρικής εγκατάστασης, η οποία ισοδυναμεί με οικονομικό κόστος που προκύπτει από την:

- Μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας άρα την πληρωμή υψηλότερων λογαριασμών.
- Αδικαιολόγητα σταματήματα στην παραγωγή (χαμένοι χρόνοι, πρόσθετο κόστος).
- Ταχύτερη φθορά του εξοπλισμού, η οποία έχει ως αποτέλεσμα επιπρόσθετες επενδύσεις.
- Υψηλότερο κόστος συντήρησης και επισκευών.
- Μειωμένη ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος ή της παρεχόμενης υπηρεσίας. [21], [22], [26], [27]

### 6.10.3 Αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούν οι αρμονικές

Βελτίωση του προβλήματος που προκαλείται από την αρμονική παραμόρφωση συχνά συναντάται ως συνώνυμο της μείωσης της παραμόρφωσης των αρμονικών τάσης και ρεύματος. Παρόλα αυτά, το πρόβλημα μπορεί επίσης να λυθεί με βελτίωση της **ατρωσίας** του εξοπλισμού («ατρωσία» είναι η ικανότητα μιας συσκευής να λειτουργεί ικανοποιητικά ως προς τα κριτήρια επίδοσης που προδιαγράφονται για τη συσκευή, παρά την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικής διαταραχής).

Ένας πιο συνήθης τρόπος αποκοπής των αρμονικών προβλημάτων, είναι η εγκατάσταση φίλτρων, συνήθως σε σειρά, που στρέφουν τα ανεπιθύμητα αρμονικά ρεύματα πίσω στο φορτίο. Τα αρμονικά ρεύματα παραμένουν υψηλά, αλλά δεν διαδίδονται μέσω του φορτίου και δεν προκαλούν αρμονική παραμόρφωση στην τάση. Το μειονέκτημα αυτό, των αποκαλούμενων «παθητικών» φίλτρων (κίνδυνος υπερφόρτισης, εισαγωγή νέων συχνοτήτων συντονισμού) οδήγησε στην ανάπτυξη των αποκαλούμενων «ενεργών» φίλτρων, όπου το ρεύμα ελέγχεται πλήρως και προσαρμόζεται στην υπάρχουσα παραμόρφωση τάσης και ρεύματος. Άλλες τεχνικές μετριασμού, συμπεριλαμβάνουν βελτιώσεις στο δίκτυο (διαχωρισμός ευαίσθητων και «μολυσματικών» φορτίων) και βελτιώσεις στα φορτία. Τα τελευταία εμπεριέχουν μία περισσότερο ημιτονοειδή κυματομορφή ρεύματος (μειωμένη εκπομπή), αλλά επίσης αυξημένη ατρωσία σε παραμορφώσεις της τάσης.

Μειωμένη εκπομπή θεωρείται από πολλούς σαν η ενδεδειγμένη μακροπρόθεσμη λύση. Καθώς το πλήθος των προβλημάτων που οφείλονται στις αρμονικές παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, η προσπάθεια διατήρησης της

παραμόρφωσης σε αυτά τα επίπεδα ή η επίτρεψη μικρής αύξησης αυτής, μπορεί να αποτελέσει την φτηνότερη λύση.

Ένας σημαντικός παράγοντας στην ταξινόμηση των αρμονικών προβλημάτων, είναι ο ορισμός των ορίων της αρμονικής παραμόρφωσης τάσης και ρεύματος. Τα όρια της παραμόρφωσης από αρμονική τάση αναφέρονται σε πολλά εθνικά και διεθνή πρότυπα, τα οποία κυρίως αποτελούν μία καταγραφή σε κανόνες της ήδη υπάρχουσας παραμόρφωσης. Τα IEC πρότυπα θέτουν όρια βάση του μεγέθους της εκπομπής κάθε εξοπλισμού, την ώρα που τα IEEE θέτουν όρια για την εκπομπή κάθε καταναλωτή. Σύμφωνα με τα πρότυπα της IEEE, η ευθύνη είναι στον καταναλωτή, ο οποίος και ενδέχεται να αγοράσει φίλτρα αντί να αγοράσει καλύτερο εξοπλισμό. Αντίθετα, σύμφωνα με τα IEC πρότυπα η ευθύνη είναι στον καταναλωτή των «μολυσματικών» συσκευών (μπορούμε να πούμε πως μολυσματικό είναι το φορτίο που μολύνει το δίκτυο με αρμονικές). Η διαφοροποίηση πηγάζει από τον στόχο των κειμένων· τα πρότυπα της IEEE στοχεύουν στην κανονικοποίηση της σύνδεσης μεγάλων εργοστασιακών καταναλωτών, ενώ τα πρότυπα της IEC αναφέρονται κυρίως σε μικρούς καταναλωτές που δεν έχουν δυνατότητα επιλογής μεθόδων αντιμετώπισης των προβλημάτων.

Στην επόμενη παράγραφο θα μελετηθούν εκτενέστερα τα φίλτρα απόσβεσης των αρμονικών, τα οποία αποτελούν τον πιο διαδεδομένο τρόπο επίλυσης του προβλήματος.

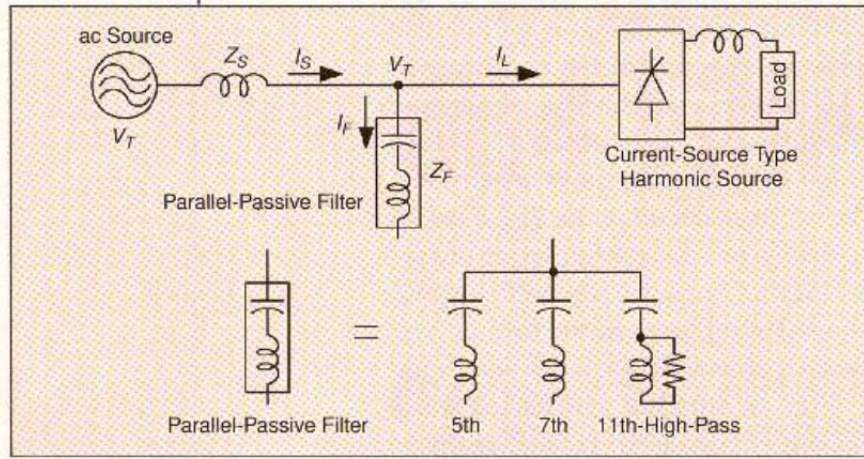
#### 6.10.3.1 Φίλτρα απόσβεσης αρμονικών

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η αντιμετώπιση του προβλήματος των αρμονικών ρεύματος γίνεται με την εγκατάσταση κατάλληλων φίλτρων. Η επιλογή του τύπου του φίλτρου, του μεγέθους του και της συνδεσμολογίας, γίνεται μετά από μετρήσεις αρμονικών ρεύματος και τάσης στα διάφορα φορτία της εγκατάστασης. Επιπλέον, απαιτούνται υπολογισμοί και σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμη και προσομοίωση του ηλεκτρικού δικτύου της εγκατάστασης με ειδικό λογισμικό. Διαφορετικά είναι πολύ πιθανόν να υπάρξει καταστροφή των ίδιων των φίλτρων λόγω υπερφόρτισής τους.

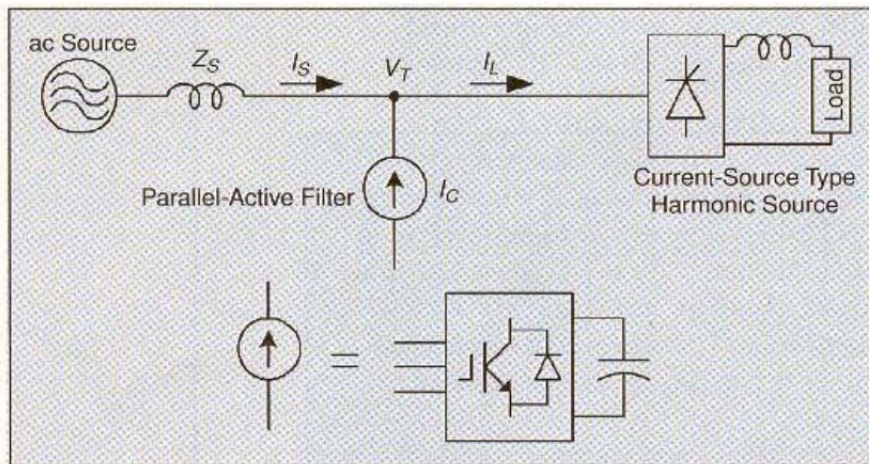
Η επίλυση του προβλήματος των αρμονικών καθορίζεται από το εάν είναι επιθυμητά ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω:

1. Εξάλειψη του συντονισμού
2. Μείωση των απωλειών στους μετασχηματιστές και τα καλώδια
3. Αντιστάθμιση της άεργης ισχύος

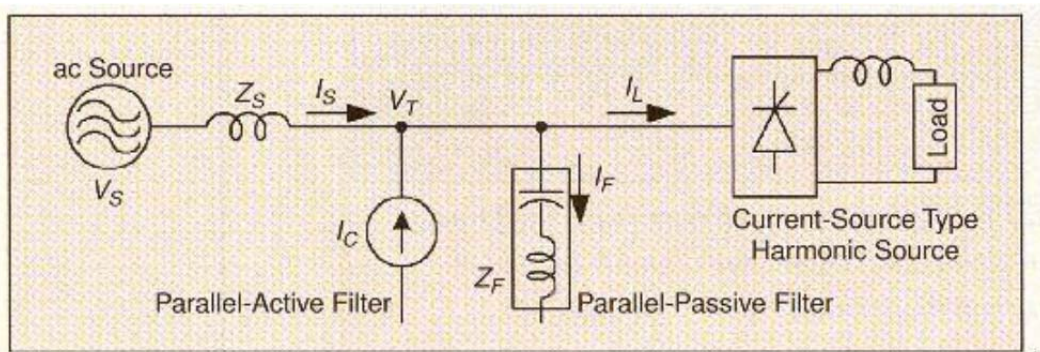
Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν ορισμένες από τις πιθανές λύσεις:



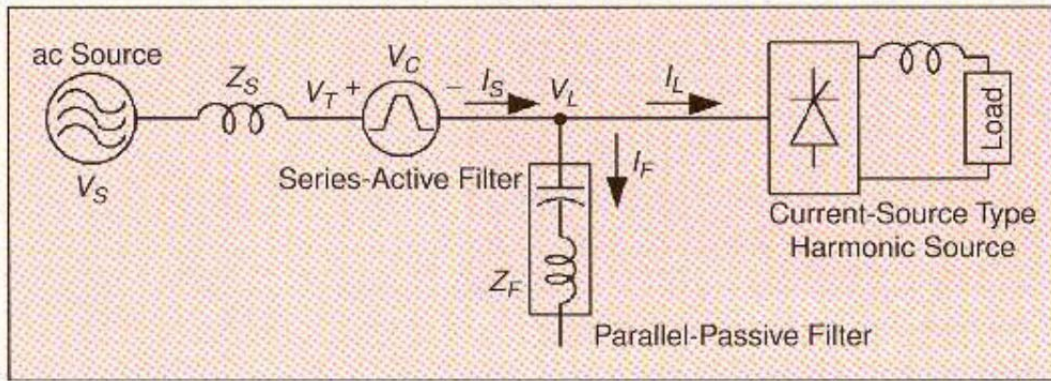
**Σχήμα 6.10.1** Παθητικό φίλτρο παράλληλα με το μη γραμμικό φορτίο, όπου με  $S$  τα στοιχεία της γεννήτριας,  $F$  τα στοιχεία του φίλτρου και  $L$  τα στοιχεία του καταναλωτή



**Σχήμα 6.10.2** Ενεργό φίλτρο παράλληλα με το μη γραμμικό φορτίο, όπου με  $S$  τα στοιχεία της γεννήτριας,  $C$  τα στοιχεία του φίλτρου και  $L$  τα στοιχεία του καταναλωτή



**Σχήμα 6.10.3** Ενεργό και παθητικό φίλτρο παράλληλα με το μη γραμμικό φορτίο, όπου με  $S$  τα στοιχεία της γεννήτριας,  $C$  τα στοιχεία του ενεργού,  $F$  του παθητικού φίλτρου και  $L$  τα στοιχεία του καταναλωτή

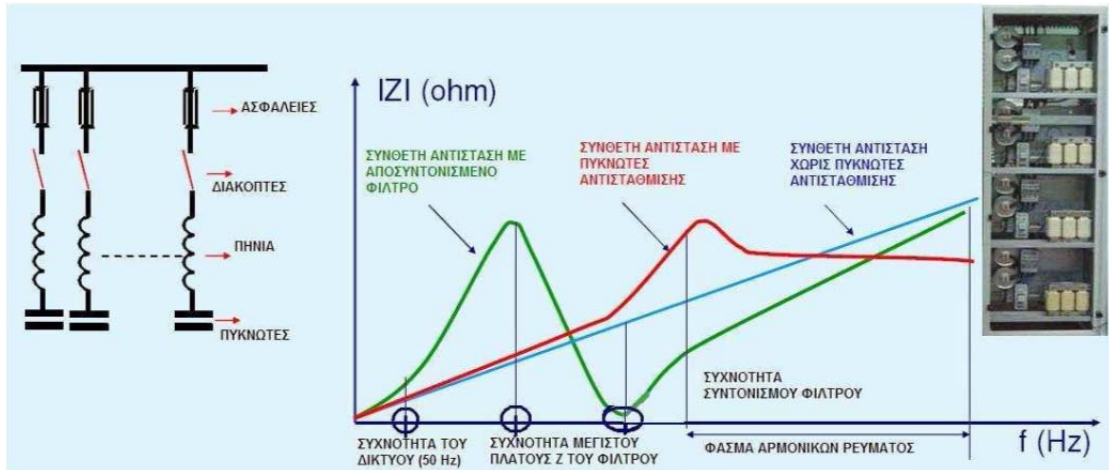


**Σχήμα 6.10.4** Ενεργό εν σειρά και παθητικό φίλτρο παράλληλα με το μη γραμμικό φορτίο, όπου με  $S$  τα στοιχεία της γεννήτριας,  $C$  τα στοιχεία του ενεργού,  $F$  του παθητικού φίλτρου και  $L$  τα στοιχεία του καταναλωτή

Τα φίλτρα απόσβεσης αρμονικών είναι συστήματα τα οποία παγιδεύουν τις αρμονικές και δεν τις επιτρέπουν να διεισδύσουν στο δίκτυο. Αποτελούνται από τον συνδυασμό πηνίων και ειδικών πυκνωτών, τα οποία είναι κατάλληλα διαστασιολογημένα, ώστε να συντονίζονται (να ελαχιστοποιούν τη σύνθετη αντίδρασή τους) σε επιλεγμένες συχνότητες και διαχωρίζονται σε βαθμίδες. Έχουν τη δυνατότητα ελέγχου από έναν ρυθμιστή, ο οποίος ανάλογα με τη ζήτηση του φορτίου είτε βάζει εντός, είτε θέτει εκτός βαθμίδες πηνίων - πυκνωτών, ούτως ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο της υπεραντιστάθμισης.

Τα **αποσυντονισμένα φίλτρα** είναι σχεδιασμένα να αποκόπτουν ρεύματα σε συχνότητες κοντινές σε αυτές των ρευμάτων αρμονικών που εμφανίζονται στο δίκτυο. Ο λόγος που σχεδιάζονται κατ'αυτόν τον τρόπο, είναι για να μπορούν να αποκόπτουν ένα εύρος ρευμάτων αρμονικών (στην περιοχή των συχνοτήτων που ενδιαφέρει), περιορίζοντας ταυτόχρονα περισσότερες από μία αρμονικές και μειώνοντας συγχρόνως την ολική αρμονική παραμόρφωση (THD-1%). Είναι φίλτρα που απαιτούν ιδιαίτερη τεχνογνωσία κατά το σχεδιασμό τους, καθώς δεν συντονίζονται απόλυτα στις αρμονικές που εμφανίζονται στο εκάστοτε δίκτυο κι έτσι δεν παρουσιάζεται κίνδυνος εμφάνισης πολύ υψηλών ρευμάτων στους βρόχους που συνδέονται.

Ο τρόπος με τον οποίο τα αποσυντονισμένα φίλτρα αποκόπτουν τις αρμονικές του δικτύου, φαίνεται καλύτερα και στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 6.10.5) συσχετισμού της σύνθετης αντίστασης ενός κλάδου και της συχνότητας του ρεύματος το οποίο τον διαρρέει.



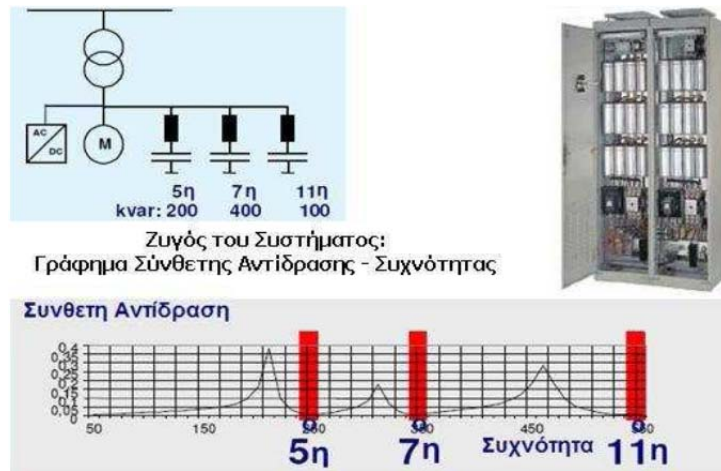
**Σχήμα 6.10.5** Σχηματική απεικόνιση ενός αποσυντονισμένου φίλτρου και της αρχής λειτουργίας του

Στο πιο πάνω διάγραμμα, φαίνεται καθαρά η διαφοροποίηση της σύνθετης αντίστασης του κλάδου ενός αποσυντονισμένου φίλτρου σε σχέση με αυτήν που θα είχε ο κλάδος αυτός αν δεν υπήρχε το φίλτρο. Στην περίπτωση λοιπόν που τοποθετείται αποσυντονισμένο φίλτρο σε κάποιο σημείο του δικτύου, αυτό εμφανίζει μία πολύ μικρή σύνθετη αντίσταση στη συχνότητα συντονισμού του, με αποτέλεσμα τα ρεύματα τόσο σε αυτήν όσο και σε κοντινές συχνότητες στη συχνότητα συντονισμού του φίλτρου να διέρχονται όλα από τον εν λόγω κλάδο (αποκοπή). Έτσι, τα αποσυντονισμένα φίλτρα αποκόπτουν ένα εύρος αρμονικών ρευμάτων και όχι μία συγκεκριμένη αρμονική ρεύματος.

Μειονέκτημά τους όμως, είναι ότι έτσι δεν μπορούν να φιλτράρουν το 100% της αρμονικής παραμόρφωσης, με αποτέλεσμα να παραμένουν και κάποιες αρμονικές στο δίκτυο.

Τα **συντονισμένα φίλτρα** είναι σχεδιασμένα να αποκόπτουν ρεύματα σε συχνότητες ίδιες με αυτές των αρμονικών ρευμάτων που εμφανίζονται στο δίκτυο. Αποτελούνται από βαθμίδες πυκνωτών και πηνίων συνδεδεμένων εν σειρά. Η κάθε βαθμίδα έχει τη δική της συχνότητα συντονισμού και μάλιστα τέτοια που να αποκόπτει μία συγκεκριμένη αρμονική ρεύματος. Αυτό φαίνεται αναλυτικά και στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 6.10.6).



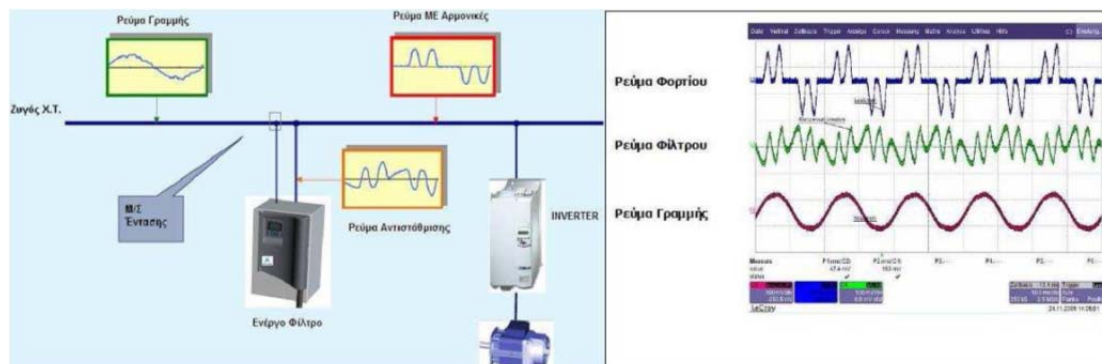


**Σχήμα 6.10.6** Σχηματική απεικόνιση ενός συντονισμένου φίλτρου και της αρχής λειτουργίας του

Με τα συντονισμένα φίλτρα αποκοπής αρμονικών επιτυγχάνεται άριστη μείωση της ολικής αρμονικής παραμόρφωσης στο δίκτυο καθώς αποκόπτουν ακριβώς τις αρμονικές (5η, 7η, 11η...). Οι συχνότητες συντονισμού των συντονισμένων φίλτρων βρίσκονται πάρα πολύ κοντά (σχεδόν ακριβώς) στις αντίστοιχες συχνότητες των αρμονικών ρευμάτων που αποκόπτουν.

Αποτέλεσμα αυτού, είναι οι σύνθετες αντιστάσεις των φίλτρων να είναι υπερβολικά μικρές και έτσι να δημιουργούνται υψηλά ρεύματα αρμονικών που οδηγούν τις πυκνωτικές διατάξεις του φίλτρου σε μεγάλη καταπόνηση. Το παραπάνω, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν αντισταθμίζουν εύκολα την άεργο ισχύ σε δυναμικά φορτία και ενέχουν τον κίνδυνο απορρόφησης αρμονικών ρευμάτων από τη μεριά της υψηλής τάσης του μετασχηματιστή ισχύος, τα καθιστά ιδιαίτερα απαιτητικά στο σχεδιασμό, την υλοποίηση και τελικά την εγκατάστασή τους στη βιομηχανία. Παράλληλα, βασικά τους πλεονεκτήματα αποτελούν η άριστη αποκοπή των αρμονικών του δικτύου, σε ποσοστό μεγαλύτερο από αυτό που πετυχαίνεται με τα αποσυντονισμένα φίλτρα, καθώς και το γεγονός ότι παράλληλα με τον καθαρισμό των αρμονικών αντισταθμίζουν και την άεργο ισχύ του δικτύου.

Τα **ενεργά φίλτρα** είναι διατάξεις ηλεκτρονικών ισχύος που παράγουν και διοχετεύουν στο δίκτυο το αντίθετο ρεύμα αρμονικών από αυτό που δημιουργούν οι πηγές αρμονικών του δικτύου (Σχήμα 6.10.7).



**Σχήμα 6.10.7** Σχηματική απεικόνιση της αρχής λειτουργίας ενός ενεργού φίλτρου

Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου ο μη αντισταθμισμένος συντελεστής ισχύος είναι κοντά στη μονάδα και επομένως δεν απαιτείται τόσο αντιστάθμιση αέργου όσο μείωση της Ολικής Αρμονικής Παραμόρφωσης (THD%).

Είναι ιδιαίτερα ακριβές λύσεις και γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου ισχύουν αρκετές ή όλες από τις παρακάτω συνθήκες σε μια εγκατάσταση:

- ❖ Υπάρχει μεγάλο περιεχόμενο σε μη γραμμικά φορτία
- ❖ Οι απαιτήσεις για καλή ποιότητα τάσης και ρεύματος είναι ιδιαίτερα αυξημένες ( $THD-V\% < 3$ )
- ❖ Υπάρχει δυναμική μεταβολή της Ολικής Αρμονικής Παραμόρφωσης
- ❖ Υπάρχουν ταχέως μεταβαλλόμενα μη γραμμικά φορτία (π.χ. νοσοκομεία, ακτίνες X)
- ❖ Υπάρχει ευαίσθητος ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Το βασικότερο πλεονέκτημα των ενεργών φίλτρων είναι ότι πετυχαίνουν ολοκληρωτική αποκοπή των αρμονικών που εμφανίζονται στο δίκτυο μειώνοντας σχεδόν 100% την Ολική Αρμονική Παραμόρφωση.

Επιπλέον, είναι εύκολα στην εγκατάσταση αφού δεν πιάνουν ιδιαίτερο χώρο. Ακόμη, δεν υπερφορτίζονται, ενώ η δυναμική αλλαγή στην Ολική Αρμονική Παραμόρφωση του δικτύου δεν επηρεάζει τη λειτουργία τους, αφού παράγουν και διοχετεύουν στο δίκτυο το αντίθετο ρεύμα από αυτό των αρμονικών την κάθε χρονική στιγμή.

Το μεγαλύτερό τους μειονέκτημα, αποτελεί το κόστος τους, το οποίο δεδομένου του γεγονότος ότι δεν αντισταθμίζουν την άεργο ισχύ, είναι κατά πολύ αυξημένο σε σχέση με τη λύση ενός παθητικού φίλτρου, το οποίο πετυχαίνει και βελτίωση του συντελεστή ισχύος στο δίκτυο που τοποθετείται. [21], [22], [26], [27]

## **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΤΗΣ ΕΛΑΪΣ**

- ✓ Τοποθέτηση ενεργού φίλτρου απόσβεσης αρμονικών, στον ηλεκτρικό πίνακα των δυο αεροσυμπιεστών (ισόγειο)
- ✓ Τοποθέτηση ενεργού φίλτρου απόσβεσης αρμονικών, στον ηλεκτρικό πίνακα της ραφινερί (1<sup>ος</sup> όροφος)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

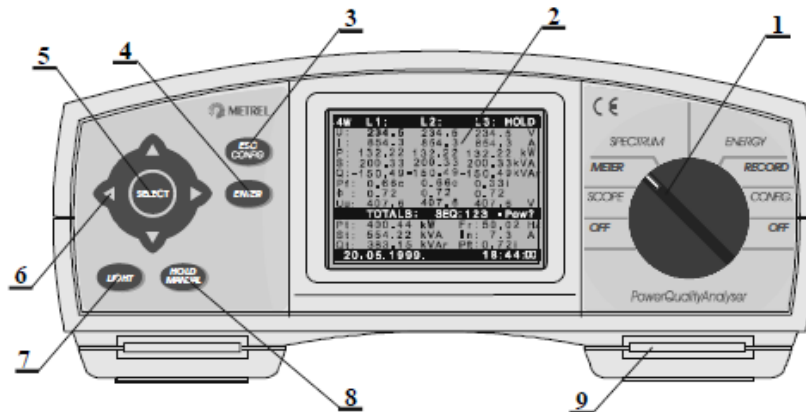
### Περιγραφή ανάλυσης μετρήσεων με τον αναλυτή ενέργειας PQA Plus



Εικόνα Α.1: Power Quality Analyzer Plus MI 2292, Πηγή: Metrel d.d.

## A1. Περιγραφή του οργάνου

### A1.1 Πρόσοψη



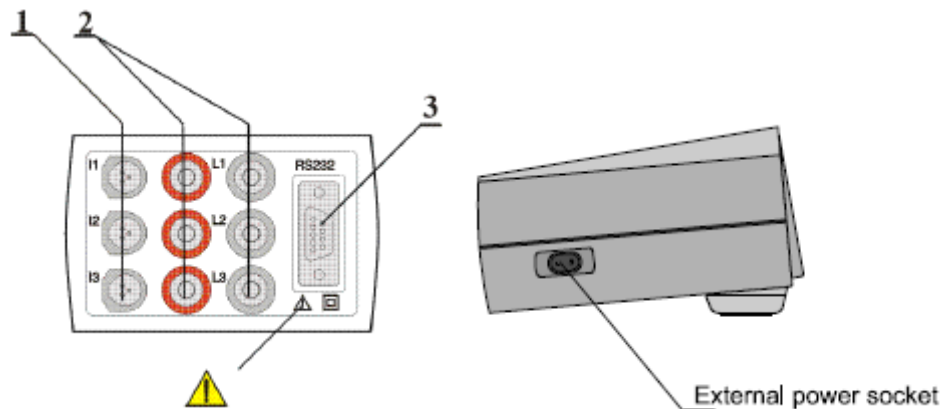
Εικόνα Α.2: Πρόσοψη αναλυτή ενέργειας Metrel

1..... **ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**, επιλέγει 1 από τα 7 μενού λειτουργίας

- |                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| • <b>OFF</b>      | Απενεργοποίηση                       |
| • <b>CONFIG</b>   | Διαμόρφωση των μενού του οργάνου     |
| • <b>RECORD</b>   | Μενού εγγραφής                       |
| • <b>ENERGY</b>   | Μέτρηση ενέργειας                    |
| • <b>SPECTRUM</b> | Μενού ανάλυσης αρμονικών             |
| • <b>METER</b>    | Μετρήσεις ισχύος, τάσης και ρεύματος |
| • <b>SCOPE</b>    | Ένδειξη κυματομορφών                 |

2.....	<b>LCD</b>	Οθόνη LED, 160 x 116 pixels
3.....	<b>ESC/CONFIG</b>	Για έξοδο από μια διεργασία ή είσοδο σε μενού
4.....	<b>ENTER</b>	Για επιβεβαίωση ρυθμίσεων ή έναρξη εγγραφής
5.....	<b>SELECT</b>	Ενεργοποιεί τα επιλεγμένα σήματα
6.....	<b>ARROW</b>	Για επιλογή των διάφορων παραμέτρων
7.....	<b>LIGHT</b>	Ενεργοποίηση / Απενεργοποίηση φωτισμού οθόνης (ο φωτισμός απενεργοποιείται, μετά από 30sec, αν δεν έχει γίνει καμία ενέργεια) [Light +↑Αύξηση αντίθεσης] [Light +↓Μείωση αντίθεσης]
8.....	<b>HOLD/MANUAL</b>	«Πάγωμα» μετρήσεων ή χειροκίνητη ενεργοποίηση
9.....	<b>BELT slot</b>	Για προσάρτηση ιμάντα μεταφοράς

### A1.2 Πλάγιες όψεις

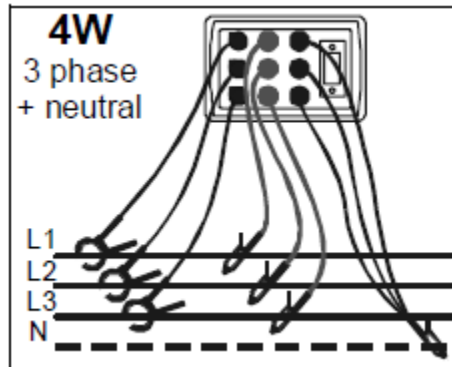


*Εικόνα A.3: (Αριστερά) Πάνελ σύνδεσης, (Δεξιά) Εξωτερική πρίζα*

- 1..... Είσοδοι I1, I2, I3 για το ρεύμα
- 2..... Είσοδοι L1, L2, L3 για την τάση
- 3..... Θύρα RS232 (για σύνδεση με τον υπολογιστή)

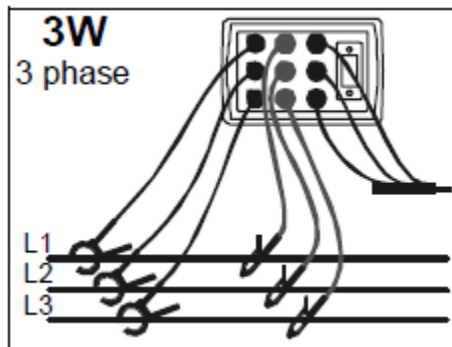
## A.2 Συνδεσμολογία

### A2.1 Τριφασική συνδεσμολογία με ουδέτερο



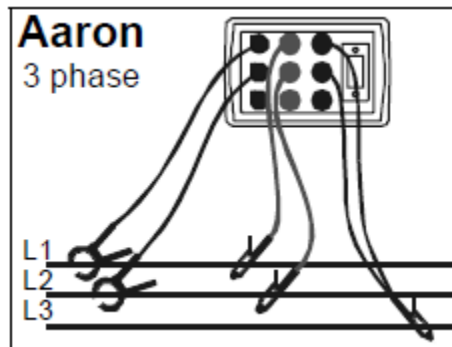
Εικόνα A.4: 3φ με ουδέτερο

### A2.2 Τριφασική συνδεσμολογία χωρίς ουδέτερο



Εικόνα A.5: 3φ χωρίς ουδέτερο

### A2.3 Συνδεσμολογία κατά Aaron

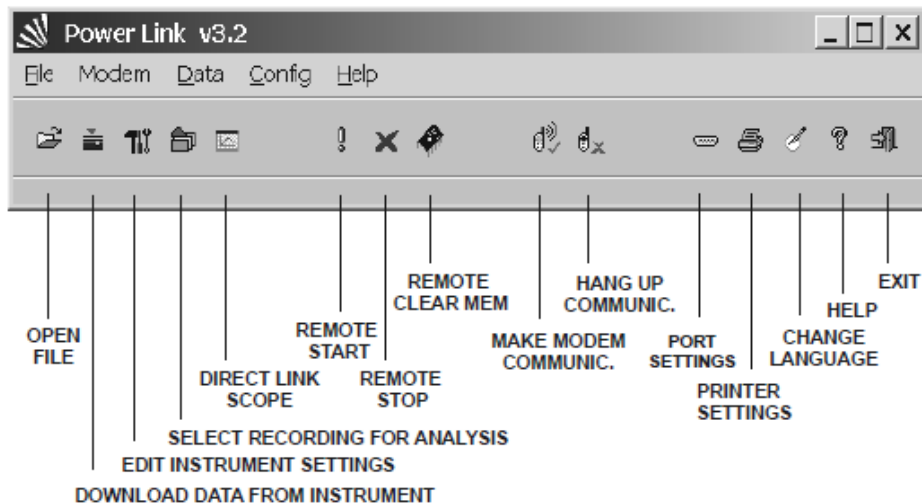


Εικόνα A.6: 3φ κατά Aaron

### A.3 Πρόγραμμα για τον Η/Υ (Power Link)

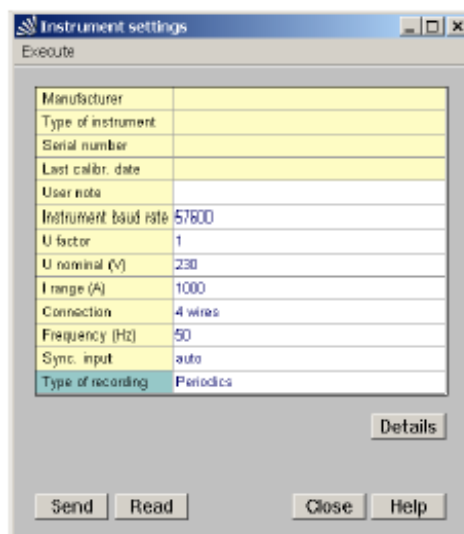
Μαζί με τον αναλυτή ενέργειας Power Quality Analyser MI 2292 παρέχεται το λογισμικό Power Link, με το οποίο μπορούμε να:

- Ρυθμίσουμε τον αναλυτή
- Ρυθμίσουμε τις παραμέτρους μετρήσεων
- «Κατεβάσουμε» τα δεδομένα που έχουν εγγραφεί
- Αναλύσουμε τα παραπάνω δεδομένα



*Εικόνα A.7: Πλατφόρμα του προγράμματος Power Link*

Για να ορίσουμε τις παραμέτρους του αναλυτή ενέργειας, κάνουμε διπλό κλικ στην επιλογή «**Edit Instrument Settings**». Αυτόματα, το πρόγραμμα θα «επικοινωνήσει» με τις μετρήσεις που αναγράφονται εκείνη την στιγμή στην οθόνη του οργάνου.



*Εικόνα A.8: Ρυθμίσεις του οργάνου*

Στο παράθυρο που θα ανοίξει, υπάρχουν οι παρακάτω επιλογές:

- **Details** Επεξεργασία της κάθε λειτουργίας εγγραφής
- **Send** Αποστολή των παραμέτρων στο όργανο
- **Read** «Κατέβασμα» των παραμέτρων από το όργανο
- **Close** Κλείσιμο του παραθύρου ρυθμίσεων
- **Help** Για online βοήθεια

Οι λειτουργίες εγγραφής είναι οι εξής:

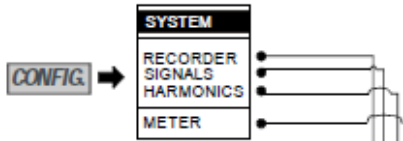
- ✓ Periodic
- ✓ EN 50160
- ✓ Fast Logging
- ✓ Waveforms
- ✓ Transients

και αναλύονται στις παρακάτω σελίδες.

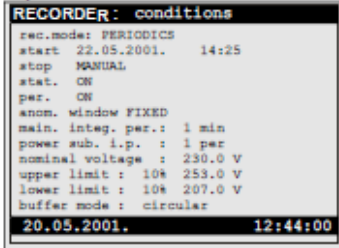
Παρακάτω, παραθέτονται αναλυτικά, τα βήματα που πρέπει να γίνουν στο όργανο **(αριστερά)** και στο πρόγραμμα **(δεξιά)**. [28]

## 1) PERIODIC

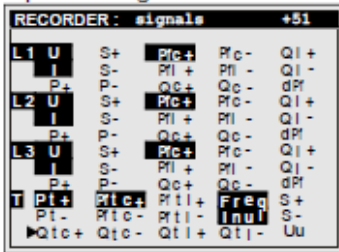
1. Step: enter configuration menu



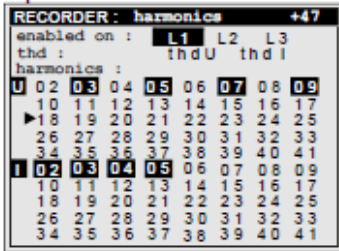
2. Step: select RECORDER conditions



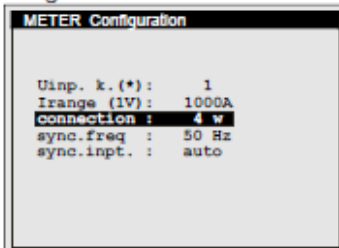
3. Step: select signals of interest



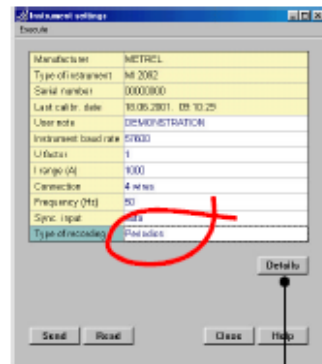
4. Step: select harmonics of interest



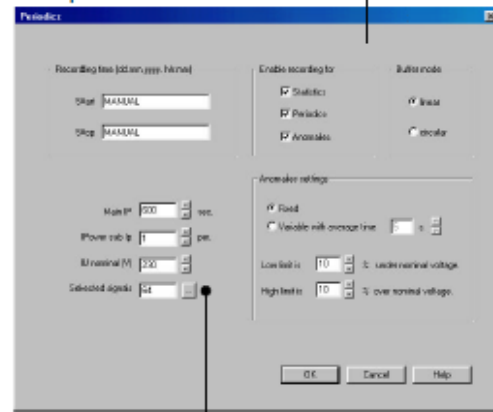
5. Step: check or adjust instrument's configuration



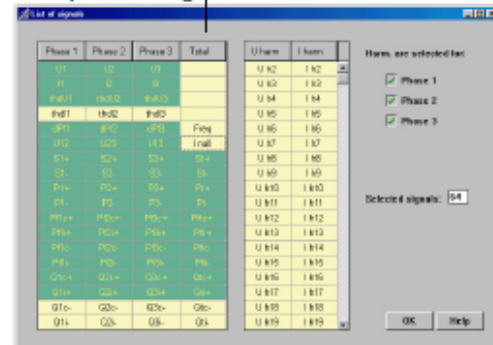
1. Step: check instrument's settings and select PERIODICS MODE



2. Step: select RECORDER conditions



3. Step: select signals of interest



4. Step: send settings to the instrument

Send

- to activate RECORDER

SELECT , ENTER



**RECORDER = READY**

- waiting for START condition



... ● **RECORDING...**  
**START on TIMER or MANUAL ( )**



(διάρκεια εγγραφής: τουλάχιστον 1 ώρα)

■ **RECORDING**  
**STOP on TIMER, REMOTE (X) or MANUAL ( )**

1. Step: Save the selected results to a Power Link file



Select Recording

Download

Xy.pmd

1. Step: Open a Power Link file and select data record to analyse



Analyse

2. Step: Select signals of interests

Manufacturer		PH1	PH2	PH3	Total
Type of instrument	MI 3302 (FW ver: 2.00)	01	02	03	
Serial number	Y046667	01	02	03	
User name		01	02	03	
Connection	4 wires	01	02	03	
Power sub. ip	1	01	02	03	
Selected signals	36	01	02	03	
Prog. start time	MANUAL	01+	02+	03+	01+
Prog. end time	MANUAL	01-	02-	03-	01-
Real start time	27.05.2001 12:59:00	01+	02+	03+	01+
Real end time	27.05.2001 13:40:39	01-	02-	03-	01-
Frequency (Hz)	50	01+	02+	03+	01+
U nominal (V)	230.0	01+	02+	03+	01+
Max. int. period (s)	60	01+	02+	03+	01+
Acrom. sys. control	Fixed parameters, 0L, 10%, H, 10%	01+	02+	03+	01+
Recording	sta, auto, par	01+	02+	03+	01+
Parameter #	22	01+	02+	03+	01+
Accelerator #	33	01+	02+	03+	01+
Power breaks #	0	01+	02+	03+	01+

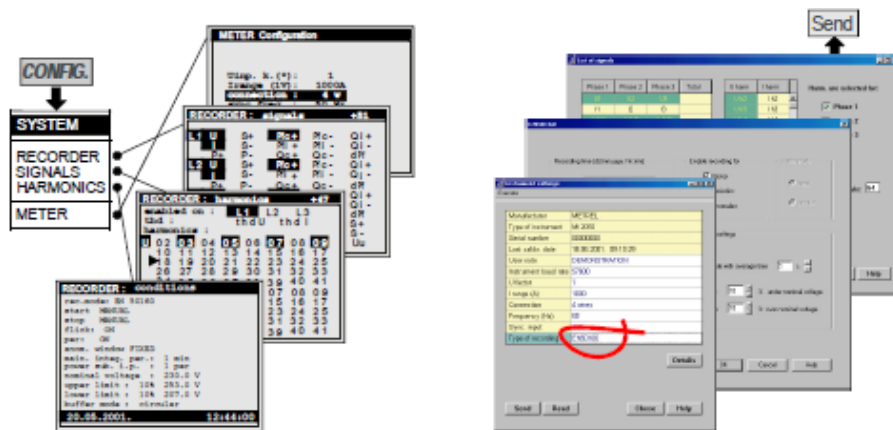
Short report of recorded Data

Stored signals are red coloured

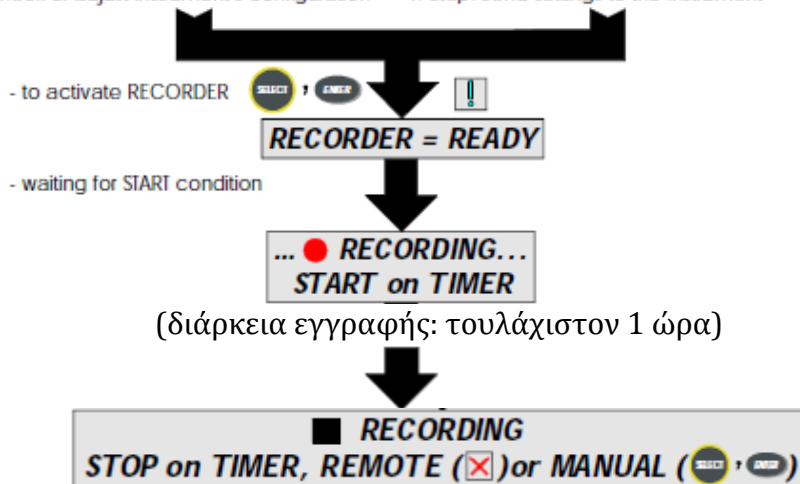
Selected signals for analysis are blue coloured

(Τα δεδομένα αυτά, μπορούν να αποθηκευτούν, να εκτυπωθούν ή/και να αντιγραφούν στο Excel)

## 2) EN 50160



- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Step: enter configuration menu</li> <li>2. Step: select EN 50160 and RECORDER conditions</li> <li>3. Step: select/deselect signals (optional)</li> <li>4. Step: check or adjust instrument's configuration</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Step: check instrument settings and select EN 50160 mode</li> <li>2. Step: select RECORDER conditions</li> <li>3. Step: select/deselect signals (optional)</li> <li>4. Step: Send settings to the instrument</li> </ol> |
|---|---|

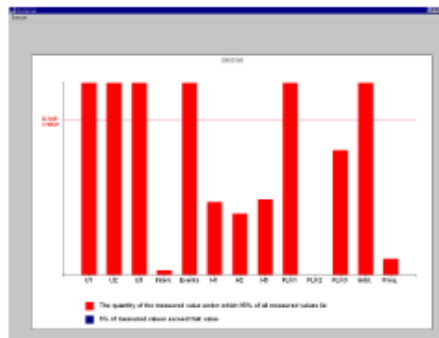


1. Step: Save the selected results to a Power Link file: , ,
- Xy.pmd

1. Step: Open a Power Link file and select data record to analyse: , , , EN 50160

2. Step: Check standardized EN 50160 report
3. Step: Select further EN 50160 analysing tools

Note: Periodic and anomalies analysis are also available in this mode

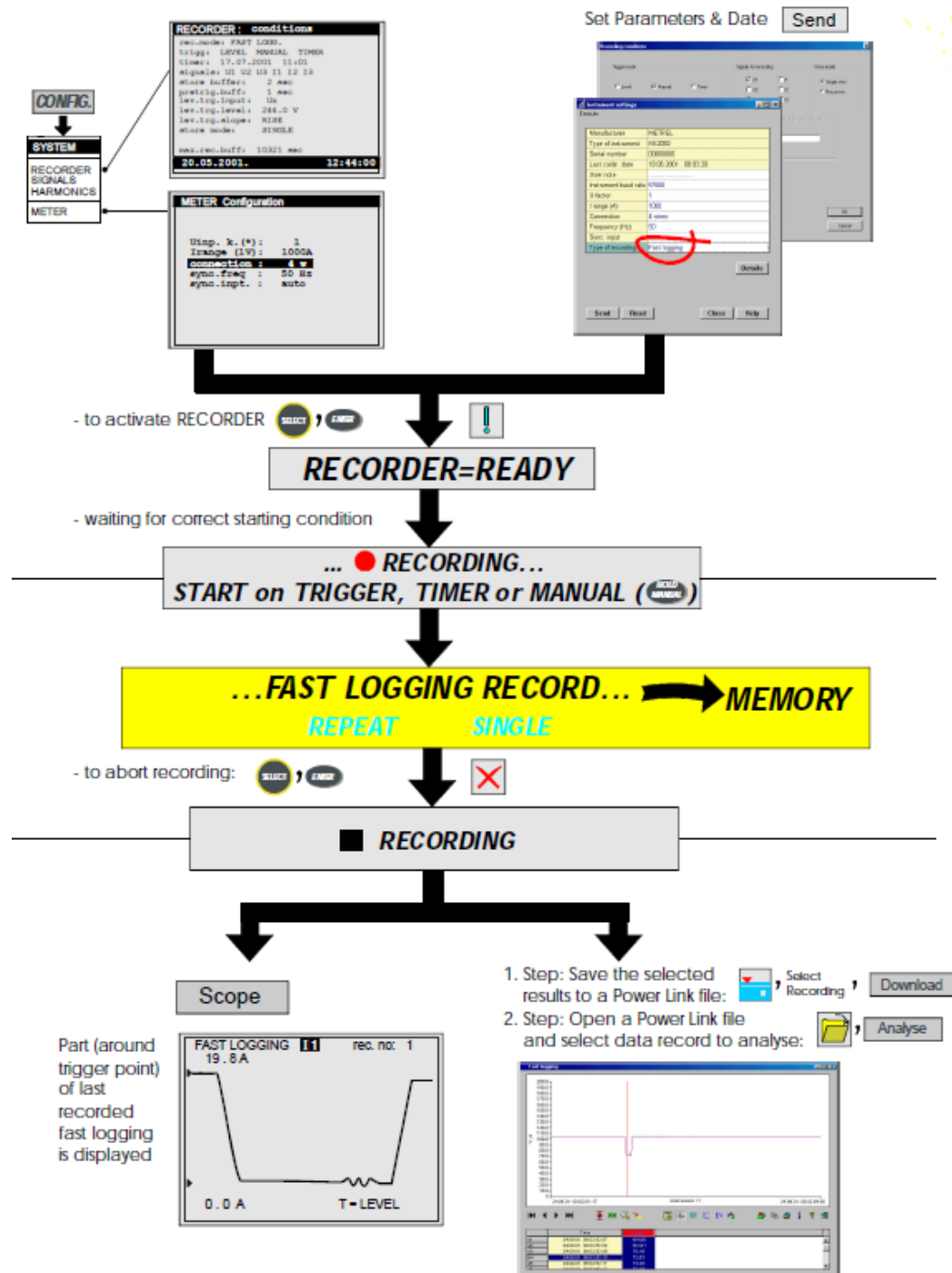


The standardized EN 50160 report quickly displays whether the measured values are within the limits defined by the standard.

OPTIONAL:  
Periodics  
Voltage Anomalies

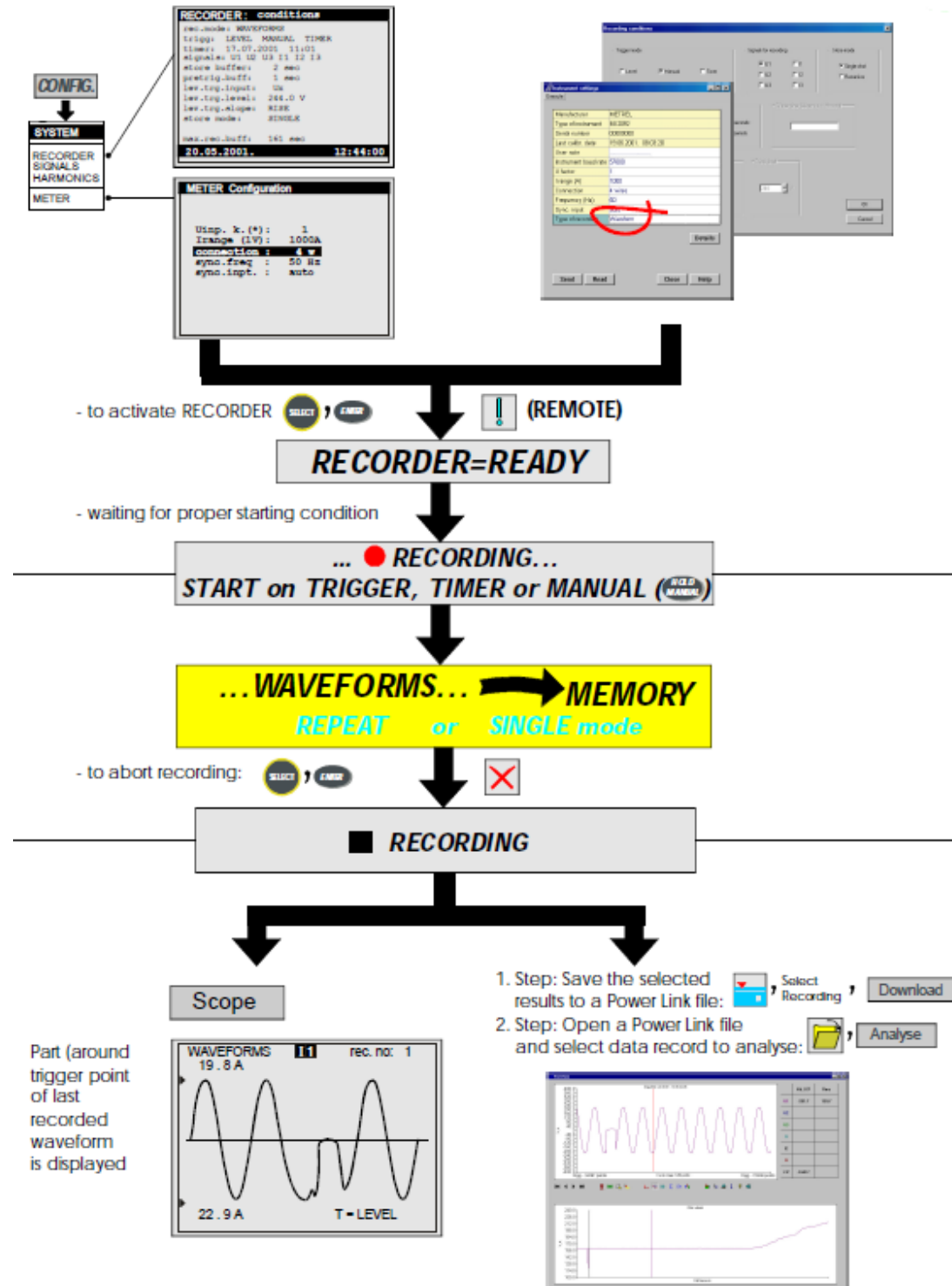
(Τα δεδομένα αυτά, μπορούν να αποθηκευτούν, να εκτυπωθούν ή/και να αντιγραφούν στο Excel)

### 3) FAST LOGGING



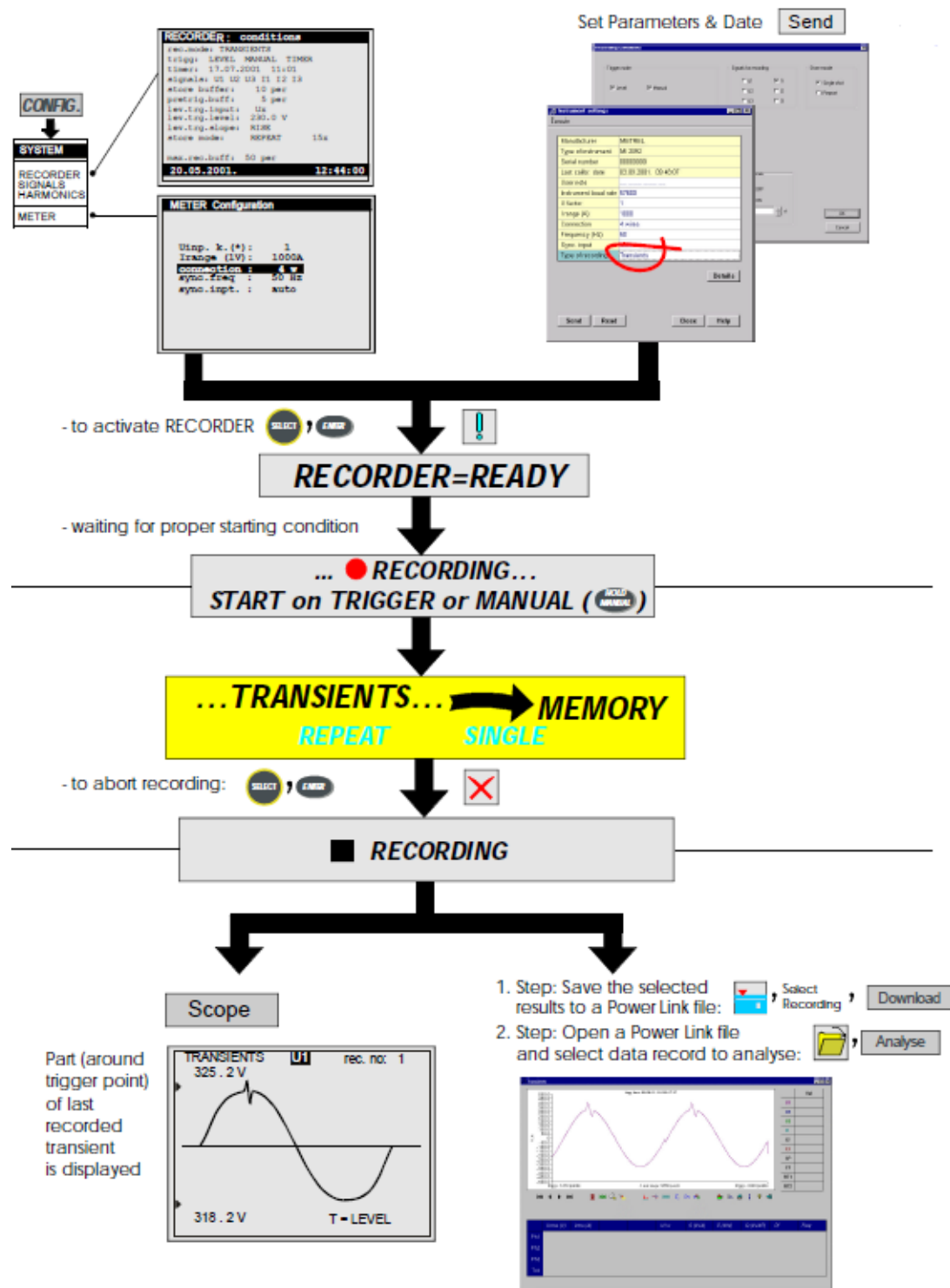
(Τα δεδομένα αυτά, μπορούν να αποθηκευτούν, να εκτυπωθούν ή/και να αντιγραφούν στο Excel)

#### 4) WAVEFORMS



(Τα δεδομένα αυτά, μπορούν να αποθηκευτούν, να εκτυπωθούν ή/και να αντιγραφούν στο Excel)

## 5) TRANSIENTS



(Τα δεδομένα αυτά, μπορούν να αποθηκευτούν, να εκτυπωθούν ή/και να αντιγραφούν στο Excel) [28]

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] <http://www.allaboutenergy.gr/index.html>
- [2] «*Ενέργεια & Περιβάλλον: Η συνύπαρξη απαιτεί βαθιές τομές*», Λ.Τσικριτζής - Οικολογική Κίνηση Κοζάνης
- [3] «*Η Ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια και στη βιομηχανία*», ΤΕΕ - Τμ. Ανατ. & Δυτικής Κρήτης
- [4] [http://library.tee.gr/digital/dkr/dkr\\_m432/dkr\\_m432\\_kef4a](http://library.tee.gr/digital/dkr/dkr_m432/dkr_m432_kef4a)
- [5] «*Ενεργειακή Επιθεώρηση σε κτίριο γραφείων και αξιολόγηση προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με έμφαση στους τομείς φωτισμού και χρήσης ΑΠΕ*», Νικόλαος Κ. Τριανταφύλλου
- [6] «*Οδηγός Ενεργειακής Επιθεώρησης - Μέρος Α': Μεθοδολογία και Τεχνικές*», ΚΑΠΕ με συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή
- [7] «*Μελέτη και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κτιριακές εγκαταστάσεις*», Ευάγγελος Σιδέρης
- [8] «*Απόβλητα βιομηχανικών τροφίμων - Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές*», Θεόδωρος Ιωαννίδης, Ηλίας Μπαλτζώης, Κων/νος Παπαθανασίου
- [9] *Ερευνών και Επενδύσεων, Σύμβουλοι Επιχειρήσεων, κλαδικές μελέτες*, ICAP A.E.
- [10] «*Ενεργειακή μελέτη και προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα φωτισμού*», Κων/νος Βάσσος, Ευάγγελος Μαυρομάτης
- [11] «*Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού εσωτερικών χώρων*», Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
- [12] «*Εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων, μέσω ελεγχόμενων ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος*», Αθανάσιος Σαφάκας & Σάββας Τσοτουλίδης
- [13] «*Electric Motor Efficiency*», SIEMENS
- [14] «*Εξοικονόμηση ενέργειας σε αντλίες νερού*», Ελληνικό παράρτημα ASHRAE & ΚΑΠΕ
- [15] «*Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό και βιομηχανικό τομέα*», Wilo Hellas

- [16] **«Οδηγός καύσης λεβητών και κλιβάνων - φούρνων»**, ΚΑΠΕ σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Γενική Διεύθυνση V - Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
- [17] **«Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανική ψύξη»**, ΚΑΠΕ σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Γενική Διεύθυνση V - Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
- [18] **«Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα HVAC»**, ΚΑΠΕ σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Γενική Διεύθυνση V - Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
- [19] **«Εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα πεπιεσμένου αέρα»**, ATLAS COPCO Hellas A.E.
- [20] **«Εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση απλών υαλοπινάκων με ενεργειακά αποδοτικούς διπλούς υαλοπίνακες»**, ΒΙΟΚΑΣ
- [21] **«Ποιότητα ηλεκτρικής ενέργειας - Φίλτρα απόσβεσης αρμονικών»**, Alterco – Ενεργειακές & Περιβαλλοντικές Τεχνολογίες
- [22] **«Εξοικονόμηση ενέργειας με βελτιστοποίηση της ποιότητας τάσης - έντασης ρεύματος»**, SEMAN SA (Scientific Energy Management)
- [23] [http://www.cres.gr/energy\\_saving](http://www.cres.gr/energy_saving)
- [24] <http://www3.aegean.gr/environment/eda/Envirohelp/greece/processes/Energy.html>
- [25] <http://www.double-glass.gr/products>
- [26] <http://www.alterco.gr/GR/DiaxeirisiPiotitasIIEn.asp>
- [27] <http://www.seman.gr/>
- [28] <http://www.metrel.si/>
- [29] **«Επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας στη βιομηχανία»**, ΚΑΠΕ