

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Αριθμός 1061**

**ΘΕΜΑ : ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Δ. ΚΑΡΕΛΗΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :  
ΛΑΜΠΡΟΣ ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ  
ΚΩΝ/ΝΟΣ ΓΚΑΝΑΡΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2010**

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>5</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>8</b>
1.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ	8
1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	9
1.3 ΑΡΧΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	14
1.3.1 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ	14
1.3.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	15
1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	16
1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΝΟΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΝΟΜΟΙ 2773/1999, 244/94 ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	18
1.5.1 ΝΟΜΟΣ 01/98 ΠΕΡΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΡΩΝ ΓΙΑ ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ	19
1.5.4 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	22
1.5.5 ΤΟΜΕΑΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	23
1.5.6 ΝΟΜΟΣ 2364/95 ΠΕΡΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	24
1.5.7 ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ «Ενέργεια 2001»	24
1.6 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΜΕΑ	29
1.6.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	29
1.6.2 ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	32
1.6.3 ΟΙΚΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	33
1.6.4 ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>36</b>
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	36
2.2 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ – ΟΡΙΣΜΟΙ	37
2.2.1 ΦΟΡΤΙΑ	38
2.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ	39
2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	41
2.3.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	42

2.3.2	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	44
2.3.3	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΙ ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΟΡΦΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	46
2.3.4	ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	46
2.4	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	48
2.4.1	ΑΠΛΑ ΜΕΤΡΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΕΜΑΤΟΣ	49
2.4.2	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	50
2.4.3	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	52
2.4.4	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ	52
2.4.5	ΑΛΛΑΓΗ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ ΔΕΗ	57
2.4.6	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	58
2.4.6.1	Ο ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ Η ΑΠΟΤΥΧΙΑ ΤΟΥ	58
2.4.6.2	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	58
2.4.7	ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	59
2.4.7.1	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	59
2.4.7.2	ΕΙΔΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	60
2.4.7.3	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ (PEAK CLIPPING)	60
2.4.7.4	ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	64

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	65
3.2	ΧΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ & ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ( $\cos\varphi$ )	65
3.2.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	66
3.2.2	ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ $\cos\varphi$	67
3.2.3	ΥΨΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ	69
3.3	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	71
3.3.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	71
3.3.2	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ	74
3.3.3	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	75
3.4	ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	76
3.4.1	ΓΕΝΙΚΑ	76
3.4.2	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	77

3.5	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	78
3.5.1	ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	79
3.5.2	ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	80
3.5.3	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΤΩΝ	83
3.5.3.1	ΓΕΝΙΚΑ	83
3.5.3.2	Η ΖΗΤΗΣΗ	83
3.5.3.3	ΤΟ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	84
3.5.3.4	ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	85
3.5.3.5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ	86
3.6	ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	87

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ**

		91
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	91
4.2	ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	91
4.2.1	ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	92
4.2.2	ΤΟ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟ	93
4.3	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	95
4.3.1	ΒΑΣΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	96
4.3.2	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ	96
4.3.3	ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	97
4.3.4	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ	98
4.4	ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	99
4.4.1	ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	99
4.4.2	ΤΕΧΝΙΚΑ ΙΚΑΝΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	100
4.4.3	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΣΕΝΑΡΙΟ	100
4.4.4	ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	101
4.5	ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ	102
4.5.1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ	103

4.5.2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΦΟΡΟΛΟΓΟΥΜΕΝΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ (ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ)	103
4.5.3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	107
4.5.4	ΤΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ	108
4.5.5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	108
4.5.6	ΣΥΝΟΨΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	109
4.5.7	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	111
	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>113</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>118</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ηλεκτρική ενέργεια, που είναι βασικός παράγοντας στη σύγχρονη κοινωνία, οφείλεται, κατά κύριο λόγο, το υψηλό επίπεδο της ζωής και η πρόοδος της βιομηχανίας στο μεγαλύτερο μέρος του κόσμου. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, που εξαπλώνεται σταθερά κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, αναμένεται να διπλασιάζεται κάθε δέκα περίπου χρόνια. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στην ηλεκτρική ενεργειακή οικονομία, δηλαδή τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας με περίσκεψη, ώστε να καταναλώνεται μόνο η αναγκαία, χωρίς σπατάλη σε άσκοπες ή περιττές χρήσεις. Η εξοικονόμηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την προστασία της οικονομίας του καταναλωτή (και ως φυσικού προσώπου και ως κράτους), καθώς και τη μείωση του ρυθμού με τον οποίο εξαντλούνται τα ενεργειακά αποθέματα. Έτσι, η ηλεκτρική ενεργειακή οικονομία πρέπει να θεωρείται ως μια συνιστώσα της γενικότερης ενεργειακής οικονομίας.

Για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται το 35% του συνόλου των διατιθέμενων ενεργειακών πόρων. Από αυτούς τους πόρους άλλοι είναι πετρερασμένοι (ή εξαντλήσιμοι), και άλλοι ανανεώσιμοι. Η τελικής χρήσης ενέργεια αντιπροσωπεύει μόλις το 20% της ωφέλιμης ηλεκτρικής ενέργειας. Ο χαμηλός βαθμός ενεργειακής απόδοσης είναι αυτός που θα οδηγήσει τη σκέψη μας στη σωστή και ορθολογική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Αυτή τη σκέψη ενισχύει η τάση της εποχής για προστασία του περιβάλλοντος. Ως γνωστόν, τόσο από τη δημιουργία, όσο και από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας το περιβάλλον καταπονείται. Δυστυχώς στις μέρες μας η οικολογική καταστροφή έχει φτάσει σε ανησυχητικά όρια. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η τρύπα του όζοντος, τα δάση του Αμαζονίου, η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι μερικά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας. Καλούμαστε να προστατέψουμε τον κόσμο μας και η αλόγιστη χρήση της ενέργειας έρχεται σε αντίθεση με αυτή μας την πρόθεση.

Έχοντας ως βάση τις παραπάνω σκέψεις ασχοληθήκαμε με την ορθολογική χρήση και διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η πτυχιακή εργασία που ακολουθεί απαρτίζεται από τα εξής κεφάλαια:

Το **πρώτο κεφάλαιο** αναφέρεται στην εξοικονόμηση της ενέργειας και πώς αυτή θα επιτευχθεί από τις ανεπτυγμένες χώρες, λαμβάνοντας υπόψιν το περιβάλλον. Δίδονται συστήματα δημιουργίας, μεταφοράς και χρήσης ενέργειας, καθώς και τρόποι για τη διαχείρισή της. Για την άρτια διαχείριση της ενέργειας κύρια προϋπόθεση είναι το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο. Γι' αυτό το λόγο

παρατίθενται οι νόμοι σχετικά με την εξοικονόμηση της ενέργειας στα νοικοκυριά, τον τριτογενή τομέα, τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι σημαντικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας, κάποιες από αυτές χρησιμοποιούνται σήμερα, άλλες βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Συνεχίζουμε με τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, την επέμβαση στο κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αυτών με στόχο τη λιγότερο δυνατή κατανάλωση ενέργειας, καθώς και με άλλες τεχνικές που αναφέρονται στο σύνολο των καταναλωτών.

Στο επόμενο κεφάλαιο, **δεύτερο κεφάλαιο**, γίνεται λόγος για την εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας, εφόσον η ενεργειακή ζήτηση παρουσίασε δραματική αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες. Για να είμαστε σε θέση να εξοικονομήσουμε ηλεκτρική ενέργεια βασική προϋπόθεση είναι η γνώση των φορτίων ενός ηλεκτρικού συστήματος. Τα φορτία ποικίλουν ανάλογα με το είδος, την ώρα χρήσης και το περιβάλλον που βρίσκονται (π.χ. βιομηχανικά, αστικά). Ο τρόπος υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη της ζήτησης είναι οι καμπύλες φορτίου. Η εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας αρχίζει με την ενεργειακή επιθεώρηση των ηλεκτρικών συστημάτων που σκοπό έχει την εξέταση, λεπτομερή καταγραφή της λειτουργίας και του κόστους αυτών. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης προσδιορίζονται οι κύριες απώλειες και οι σπατάλες στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα νοικοκυριά. Ένας ακόμη τρόπος εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι η συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού, για την εξασφάλιση της ομαλής και οικονομικής λειτουργίας. Τέλος, σ' αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται η διαχείριση των φορτίων και απόρροια αυτής η διαμόρφωση των καμπυλών φορτίου, με στόχο τη βελτίωση του συνημίτονου.

Συνεχίζουμε στο **τρίτο κεφάλαιο** με μια εκτενή και λεπτομερή αναφορά σχετικά με τον εκσυγχρονισμό των ηλεκτρικών συστημάτων. Σκοπός των παρεμβάσεων εκσυγχρονισμού είναι η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού και η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών ή η αύξηση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας. Οι ευκαιρίες εκσυγχρονισμού των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων μεγάλων κτιρίων του εμπορικού τομέα, του τομέα παροχής υπηρεσιών, καθώς και βιομηχανιών είναι πολλαπλές και ποικίλουν τεχνικά και οικονομικά. Οι παρεμβάσεις ιεραρχούνται σύμφωνα με την οικονομικότητα, την αξιοπιστία και τον πιθανό κίνδυνο που συνεπάγεται.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναφέρονται τα κύρια μοντέλα ανάλυσης και πρόβλεψης της ενεργειακής ζήτησης. Κύριος ρόλος τους είναι να δίνουν προβλέψεις για τις κλίσεις της ηλεκτρικής κατανάλωσης, της τελικής χρήσης και των τεχνολογιών. Όσον αφορά τον οικιακό τομέα, συνολική κατανάλωση ενέργειας αυτού θεωρείται το άθροισμα της ζήτησης ενέργειας από τις οικιακές υπηρεσίες. Με τη χρήση μαθηματικών σχέσεων δίδονται οι προβλέψεις τελικής χρήσης του τομέα αυτού. Η τελικής χρήσης ενέργεια του τριτογενούς τομέα ουσιαστικά καθορίζεται βάσει των τετραγωνικών μέτρων ( $KWH/m^2$ ). Για τον βιομηχανικό τομέα η τελικής χρήσης ενέργεια υπολογίζεται και αυτή, όπως και ο οικιακός, με μαθηματικούς τύπους. Κατόπιν αναφέρονται τα σενάρια ανάπτυξης ζήτησης φορτίου, που μας βοηθούν στη σύγκριση επιλογών που παρέχουν ένα επίπεδο των ενεργειακών δεδομένων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

### ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 1.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ.

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι η πλέον ευέλικτη μορφή ενέργειας στην τελική της χρήση και καλύπτει μεγάλο εύρος φορτίων, όπως: φωτισμό, κλιματισμό χώρων, άντληση, κίνηση, ψύξη, θερμικές διεργασίες κλπ.[2] Η ευελιξία που παρέχει στη μεταφορά και τη χρήση της η ηλεκτρική ενέργεια έχει συμβάλει σημαντικά στην ευμάρεια όλων των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων οικονομιών. Παρ' όλα αυτά, το ποσοστό των πρωτογενών πηγών ενέργειας που καταναλώνονται ετησίως κατά τη διαδικασία παραγωγής -μεταφοράς- διανομής ηλεκτρισμού είναι της τάξης του 35% του συνόλου των διατιθεμένων ενεργειακών πόρων, ενώ το ποσοστό ωφέλιμης ενέργειας που καταλήγει στην τελική χρήση είναι, για παράδειγμα στην Ελλάδα, το 15%. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή και διάθεση 1KWh στην τελική κατανάλωση απαιτεί 3KWh θερμικής ενέργειας. Αυτός ο χαμηλός βαθμός ενεργειακής απόδοσης είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιείται με τον πλέον οικονομικό και ορθολογικό τρόπο.

Στις αρχές της δεκαετίας του '70 η γενικότερη μορφή μοντελοποίησης που εφαρμόστηκε στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο την διαμόρφωση παραγωγής, αλλά και το φορτίο, οδήγησε σε μια γενική παρατήρηση ότι οι διαθέσιμες δαπάνες για τεχνικές βελτιώσεις στην απόδοση της τελικής χρήσης ενέργειας ήταν αποτελεσματική. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν έδειξαν ότι η οικονομική ανάπτυξη θα έπρεπε να διατηρηθεί, σε συνδυασμό με τη σημαντικά βραδύτερη ανάπτυξη στα ενεργειακά αποθέματα σε σχέση με τους περιβαλλοντικούς αντίκτυπους. Το βασικότερο πλεονέκτημα της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης είναι ότι είναι φθηνότερη από την παραγωγή ενέργειας. Το κόστος εξοικονόμησης 1KWh είναι εν γένει χαμηλότερο από το αντίστοιχο κόστος παραγωγής αυτής.

Αν και είναι φανερό ότι κοστίζει λιγότερο η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης από ότι η εύρεση νέων παροχών ενέργειας, επενδύσεις πάνω στην αποδοτικότητα και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι δυσκολότερο να χρηματοδοτηθούν από ότι οι

καθιερωμένες πηγές ενέργειας. Η ουσία είναι ότι υπάρχει μία σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ αυτών που παράγουν και αυτών που την καταναλώνουν, αφού έχουν διαφορετικές προτεραιότητες, οικονομικά συμφέροντα και διαθέσιμα κεφάλαια. Ο κύριος σκοπός είναι να γεφυρωθεί, όσο είναι βέβαιο δυνατό, το παραπάνω χάσμα ακολουθώντας τέτοια πολιτική που θα επικεντρώνεται σε εφαρμογή καινοτομιών και επενδύσεων πάνω στη βελτίωση της απόδοσης της ενέργειας. Πολιτικοί μηχανισμοί που διογκώνουν τις επενδύσεις σχετικά με την απόδοση ενέργειας άρχισαν να δραστηριοποιούνται στις υπό ανάπτυξη χώρες (πρώην Σοβιετική Ένωση και χώρες ανατολικής Ευρώπης).

Οι αναπτυσσόμενες χώρες εφαρμόζοντας τεχνικές βελτίωσης της απόδοσης της ενέργειας μπορούν να επωφεληθούν τόσο στην εξοικονόμηση της ενέργειας, όσο και στα περιβαλλοντικά θέματα, χωρίς να ακολουθήσουν τη στρατηγική των ήδη εκβιομηχανισμένων χωρών που οδηγήθηκαν τόσο σε περιβαλλοντική καταστροφή, όσο και σε μείωση ενεργειακών πόρων. Είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

## **1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Η δραματική αύξηση της τιμής του πετρελαίου το 1970 εξαιτίας της ομώνυμης ενεργειακής κρίσης, έβαλε τέλος στην εποχή φτηνής ενέργειας για τις ανεπτυγμένες χώρες, ενώ παράλληλα περιόρισε την ανάπτυξη του Τρίτου Κόσμου. Ακόμη και σήμερα η ανάπτυξη περιορίζεται σε δύο τομείς: τον οικονομικό και τον περιβαλλοντικό. Όσον αφορά τον τομέα της οικονομίας θα πρέπει να αναφερθεί ότι υφίστανται οικονομικοί περιορισμοί που περιλαμβάνουν απαιτήσεις για ξένες συναλλαγές, εισαγωγή πετρελαίου και διάθεση κεφαλαίου για δημιουργία νέας ενεργειακής παραγωγής. [1,9]

Ενώ οι καταναλωτές στις εκβιομηχανισμένες χώρες ήταν ενοχλημένοι από την πετρελαϊκή κρίση, οι υψηλές τιμές του πετρελαίου έβγαλαν έξω από την αγορά τις αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ παράλληλα τις αποστέρησαν καύσιμα απαραίτητα για ουσιαστικές δραστηριότητες. Η πιθανότητα για υψηλότερες τιμές πετρελαίου κάνει ιδιαίτερα αβέβαιη την κατάσταση της ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ φαίνεται ότι η διαταραχή που επήλθε από την πετρελαϊκή κρίση είναι μόνιμη. Η ενέργεια απαιτεί μεγάλες επενδύσεις κεφαλαίων σε αναπτυσσόμενα κράτη πολλά εκ των

οποίων ξοδεύουν πάνω από το 30% του προϋπολογισμού τους σε ενέργεια. Η παγκόσμια τράπεζα αφιερώνει 25% των δανείων για ενεργειακές μελέτες, ειδικές για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Όσον αφορά το περιβάλλον πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι σήμερα η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα είναι ιδιαίτερα ανήσυχη για θέματα που αφορούν τις επιπτώσεις της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σ' αυτό. Η ανάγκη αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου και η άμεση μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων είναι ζητήματα που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, κατά το σχεδιασμό της ανάπτυξης των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Διεθνείς συμβάσεις και συνεργασίες έχουν ένα τέτοιο προσανατολισμό. Παρακάτω γίνεται μία σύντομη αναφορά στη διεθνή σύμβαση του Κγτο που περιλαμβάνει περιβαλλοντικούς περιορισμούς σε επίπεδο Ηνωμένων Εθνών και Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το πρωτόκολλο αυτό ήταν αποτέλεσμα της παγκόσμιας ανησυχίας για τις επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνάντηση στο Κγτο αποτελεί το πιο σημαντικό βήμα που έγινε τις δύο τελευταίες δεκαετίες από την παγκόσμια κοινότητα. Ο στόχος της σύμβασης ήταν η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η σύμβαση προσανατολίζει τις αναπτυσσόμενες χώρες να:

- Καταβάλλουν κάθε δυνατή προσπάθεια, με σκοπό την επαναφορά των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το έτος 2010, στα επίπεδα του 1990 μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες.
- Υιοθετήσουν πολιτικές και μετρά για να μετριάσουν τις κλιματικές αλλαγές.
- Διασφαλίσουν τη μεταφορά τεχνολογίας των οικονομικών πόρων, προκειμένου να βοηθηθούν οι αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι στόχοι που συμφωνήθηκαν οδηγούν σε ένα αποτέλεσμα συνολικής μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τις ανεπτυγμένες χώρες για την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 5% από τα επίπεδα του 1990. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σύμφωνα με διάφορα σενάρια μη-δράσης οι εκπομπές κατά την περίοδο αυτή προβλεπόταν να αυξηθούν κατά ποσοστό μεγαλύτερο του 30% σε σχέση με το 1990, γίνονται εμφανείς οι απαιτήσεις του στόχου μείωσης των εκπομπών που υιοθετήθηκε. Ενώ η συνολική μείωση θα είναι μεγαλύτερη του 5%, οι στόχοι μείωσης των

εκπομπών που προβλέπονται για κάθε μέρος ξεχωριστά, διαφέρουν από το ποσοστό αυτό.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι συνδεδεμένες με αυτή χώρες (χώρες Κεντροανατολικής Ευρώπης) δεσμεύτηκαν για μείωση των εκπομπών τους κατά 8%, οι ΗΠΑ κατά 7%, η Ιαπωνία κατά 6%, ενώ άλλες χώρες, όπως η Ρωσία και η Αυστραλία, δεσμεύτηκαν να σταθεροποιήσουν τον περιορισμό αύξησης των ρύπων τους. Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών κατά 8% την αφορά σαν σύνολο. Ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων στο εσωτερικό της θα είναι αντικείμενο συμφωνίας, όπως άλλωστε προβλέπεται και από το σχετικό άρθρο του πρωτοκόλλου, βάσει του οποίου επιτρέπεται η από κοινού επίτευξη των στόχων των συμβαλλομένων μερών.

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο επιτρέπεται η διαπραγμάτευση δικαιωμάτων εκπομπών μεταξύ χωρών με καθορισμένους στόχους. Αν και η πρόβλεψη αυτή ήταν ένα θέμα ιδιάζουσας σημασίας για κάποια μέρη, η Ευρωπαϊκή Ένωση επεδίωξε να μην αποτελέσει αυτή μια πρόσθετη «ευεξία» που θα επέτρεπε σε μερικά κράτη να αποφύγουν τη λήψη μέτρων για τον περιορισμό των εκπομπών στην επικράτεια τους. Αυτές οι ανησυχίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ελήφθησαν υπόψη με την αναφορά στο πρωτόκολλο ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες θα αποτελούν συμπληρωματικές δράσεις στο εσωτερικό της χώρας και οι κανόνες και οι οδηγίες που θα διέπουν τις δράσεις αυτές θα καθοριστούν από τη σύνοδο των συμβαλλομένων μερών.

Επιπρόσθετα η από κοινού εφαρμογή δράσεων προβλέπει την υλοποίηση επενδυτικών προγραμμάτων σε διμερή βάση, όπου η επενδύτρια χώρα μπορεί να συνυπολογίσει στις εθνικές της εκπομπές τις μειώσεις εκπομπών που προέρχονται από τέτοιου είδους επενδύσεις σε άλλες αναπτυσσόμενες χώρες. Τέτοια προγράμματα δεν περιορίζονται μόνο σε μειώσεις εκπομπών αερίων, αλλά προβλέπουν επίσης τη χρηματοδότηση προγραμμάτων αναδάσωσης, με σκοπό την πίστωση «απορροφήσεων» CO<sub>2</sub>. Ξεχωριστή πρόβλεψη έγινε για την δημιουργία ενός μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης. Αυτό θα επιτρέψει στις αναπτυσσόμενες χώρες να λάβουν πίστωση δικαιωμάτων εκπομπών από επενδύσεις σε σχετικά προγράμματα σε αναπτυσσόμενες χώρες. Η πρόβλεψη είναι παρόμοια με την από κοινού εφαρμογή δράσεων μεταξύ των αναπτυσσόμενων κρατών. Υπάρχουν πρόσθετοι τρόποι προφύλαξης και πρόβλεψης σχετικά με το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης:

- Τα προγράμματα θα πρέπει να βοηθούν τις αναπτυσσόμενες χώρες να επιτύχουν βιώσιμη ανάπτυξη.
- Ο μηχανισμός θα υπόκειται στην δικαιοδοσία και στις οδηγίες της συνόδου των μερών του πρωτοκόλλου, η οποία θα καθορίζει τους κανόνες και τις οδηγίες της όλης διαδικασίας και την ανεξάρτητη επαλήθευση των επιτευχθέντων μειώσεων.

Ο μηχανισμός αυτός, του οποίου οι λεπτομέρειες μένει να καθοριστούν, εξασφαλίζει ένα κίνητρο για την προσφορά πρόσθετης οικονομικής υποστήριξης και μεταφορά τεχνολογίας στις αναπτυσσόμενες χώρες, ώστε να διευκολυνθεί η συμμετοχή τους στη διεθνή προσπάθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Για την επίτευξη των στόχων και των υποχρεώσεων του πρωτοκόλλου και με σκοπό την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης, τα αναπτυγμένα κράτη είναι υποχρεωμένα να ακολουθήσουν μια σειρά πολιτικών και μέτρων λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές τους ιδιομορφίες. Τέτοιου είδους μέτρα περιλαμβάνουν:

- Βελτίωση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας (αποδοτικότητας),
- Προστασία και ανάπτυξη των δασικών εκτάσεων,
- Προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας,
- Προώθηση αειφόρου γεωργικής ανάπτυξης,
- Μείωση και σταδιακή κατάργηση των οικονομικών κινήτρων για τη χρήση ορυκτών καυσίμων και
- Μείωση των εκπομπών από των τομέα των μεταφορών.

Για την παρακολούθηση της εξέλιξης των εκπομπών επιβάλλεται λεπτομερής μηχανισμός υποχρεωτικής αναφοράς των εκπομπών που περιλαμβάνει εθνικές εκθέσεις, επισκέψεις από ομάδες εμπειρογνομόνων, καθώς και περιοδικές επισκοπήσεις και πιθανές αναθεωρήσεις των μεθοδολογιών και συντελεστών εκτίμησης της συνεισφοράς των διαφόρων δραστηριοτήτων. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο στόχος της μείωσης των εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά 8% αφορά το σύνολό της. Ο εσωτερικός διακανονισμός για την κατανομή των βαρών παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα και αφορά μόνο τα τρία αέρια (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O). Βάσει του πρωτοκόλλου ο ιδιαίτερος διαφοροποιημένος στόχος του κάθε μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι δεσμευτικός και προβλέπονται κυρώσεις για τη μη επίτευξή του, έστω κι αν ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιτευχθεί.

Στα πλαίσια των διαπραγματεύσεων ανάμεσα στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η Ελλάδα δήλωσε ότι θα ήταν δυνατό να αποδεχτεί σαν εθνικό στόχο τον περιορισμό της αύξησης των εκπομπών των τριών βασικών αερίων του θερμοκηπίου στο +30% το

έτος 2010 σε σχέση με το επίπεδό τους το έτος 1990. Σε μια προσπάθειά της να βελτιώσει την προσφορά της στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η Ελλάδα αργότερα ανέλαβε να μειώσει τις εκπομπές της κατά 5% επιπλέον και έτσι να δεχτεί σαν εθνικό στόχο το +25%.

<b>ΧΩΡΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΣΤΟ</b>
Αυστρία	-25%
Βέλγιο	-10%
Γαλλία	0%
Γερμανία	-25%
Δανία	-25%
Ελλάδα	+25%
Μεγάλη Βρετανία	-10%
Ιρλανδία	+15%
Ισπανία	+17%
Ιταλία	-7%
Λουξεμβούργο	-30%
Ολλανδία	-10%
Πορτογαλία	+40%
Σουηδία	+5%
Φινλανδία	0%

**Πίνακας 1.1 :** Κατανομή των υποχρεώσεων των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για την επίτευξη αυτού του ορίου απαιτείται η ενίσχυση των υπαρχόντων ή η λήψη νέων μέτρων για την προώθηση των γενικών στόχων της πολιτικής της, όπως η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η εξοικονόμηση ενέργειας στις μεταφορές και τα κτίρια αλλά και στη βιομηχανία, η διείσδυση του φυσικού αερίου και η βελτίωση της απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού. Εξαιτίας αυτών:

- Προωθείται η εγκατάσταση μονάδων συνδυασμένου κύκλου (συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού).
- Περιλαμβάνονται αυστηρότερες διατάξεις παρακολούθησης εκπομπών και των υφιστάμενων εγκαταστάσεων και τήρηση των οριακών τιμών, καθώς και εκσυγχρονισμός τους για ετήσιες καταγραφές.

Υπάρχουν μερικά σημαντικά σημεία, τα οποία ακόμη δεν έχουν διευκρινιστεί και δεν έχουν παρθεί οριστικές αποφάσεις σχετικά με:

- Ένταξη των υφιστάμενων μεγάλων εγκαταστάσεων καύσης:
  - Ø Με επιβολή οριακών τιμών εκπομπών ανά μονάδα.
  - Ø Με εφαρμογή στρατηγικής μείωσης των εκπομπών τους κατά την κρίση των κρατών-μελών και παράλληλα πρόβλεψη ρήτρας αναθεώρησης.
- Παρεκκλίσεις για τα εγχώρια στερεά καύσιμα μόνο μέχρι το 2004.
- Παρέκκλιση που ζητείται από την Ελλάδα για νέες εγκαταστάσεις στα νησιά με χρήση υγρών καυσίμων και αεροστρόβιλους για χρήση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Αεροστρόβιλους σε νέες εγκαταστάσεις συνδυασμένου κύκλου.  
 Λαμβάνοντας αυτά υπόψη μας είναι αντιληπτό ότι γίνεται μια συστηματική προσπάθεια αντιμετώπισης των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

### **1.3 ΑΡΧΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

#### **1.3.1 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ**

Το ενεργειακό σύστημα μπορεί να διαιρεθεί σε τρία επίπεδα:

- Παραγωγή και μετατροπή από ενεργειακές πηγές σε μεταφορά της ενέργειας.
- Αποθήκευση και διανομή.
- Κατανάλωση.

Οι πηγές της ενέργειας μπορούν να διακριθούν σε πρωταρχικές και δευτερεύουσες, όπως επίσης σε ανανεώσιμες και πεπερασμένες πηγές ή συμβατικές. Τα τελευταία χρόνια έγινε αντιληπτή η ανάγκη αποδοτικότερης χρησιμοποίησης των πηγών ενέργειας τόσο των «συμβατικών», όσο και των «ανανεώσιμων» μορφών της.

Στην πρώτη κατηγορία πηγών ενέργειας ανήκουν το πετρέλαιο, ο λιγνίτης, τα κοιτάσματα γαιανθράκων, το φυσικό αέριο, τα κοιτάσματα ουρανίου και το νερό ποταμών και λιμνών. Οι τέσσερις πρώτες χρησιμοποιούνται σε διάφορων τύπων θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, οι οποίοι έχουν το γνωστό πρόβλημα των εκπομπών των καυσαερίων και των ποικίλων αποβλήτων. Το ουράνιο και τα διάφορα παράγωγα του στοιχείου -όπως το πλουτόνιο- χρησιμοποιούνται στους πυρηνικούς σταθμούς παρουσιάζοντας τα μειονεκτήματα της αποθήκευσης των πυρηνικών αποβλήτων και της επικινδυνότητας για τη δημόσια υγεία σε περίπτωση διαρροής ραδιενέργειας. Η εκμετάλλευση του νερού στους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς έχει τις λιγότερες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, αν και

επηρεάζονται η μορφή του φυσικού κόσμου και το οικοσύστημα με την ύπαρξη των τεχνητών φραγμάτων. Οι συμβατικές μορφές ενέργειας έχουν το χαρακτηριστικό ότι σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις -εξαιρώντας εν μέρει τα ύδατα- είναι πεπερασμένες, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, αλλά είναι οικονομικότερες και πιο εύκολα ελέγξιμες ως προς τη χρήση τους έναντι των ανανεώσιμων.

### **1.3.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ο ήλιος, ο άνεμος, τα θαλάσσια κύματα, η φυσική ροή των ποταμών, οι ηλεκτρολύτες, η θερμότητα των εσωτερικών στρωμάτων της γης και η βιομάζα. Η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω των φωτοβολταϊκών γεννητριών, ενώ η αιολική ενέργεια αξιοποιείται με τη βοήθεια των ανεμογεννητριών. Η κινητική ενέργεια των κυμάτων γίνεται ηλεκτρική με τη χρήση πολύπλοκων διατάξεων. Για την αξιοποίηση των ηλεκτρολυτών χρησιμοποιούνται οι κυψέλες καυσίμου. Αντίθετα η κινητική ενέργεια του νερού μικρών ποταμών γίνεται εύκολα εκμεταλλεύσιμη με την κατασκευή μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών χωρίς τη δημιουργία φραγμάτων, ενώ η τεχνολογία της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της γεωθερμίας στηρίζεται στη λειτουργία των λεβήτων. Τέλος η βιομάζα -η οποία συνίσταται από κάθε είδους γεωργικά και δασικά υπολείμματα- μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω κατάλληλων θερμοχημικών επεξεργασιών.

Ο διαχωρισμός των διαφόρων ειδών πηγών ενέργειας παρουσιάζεται πιο περιγραφικά με το σχήμα που ακολουθεί παρακάτω. Από τις πιο πάνω ανανεώσιμες μορφές ενέργειας αυτή που έχει ευρύτερη χρήση είναι η αιολική ενέργεια με κόστος συγκρίσιμο με το αντίστοιχο των συμβατικών πηγών ενέργειας. Η εκμετάλλευση των υπολοίπων μορφών -εξαιρουμένου των μικρών υδροηλεκτρικών- είναι είτε αντιοικονομικές (φωτοβολταϊκά συστήματα), είτε βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο όπως οι κυψέλες καυσίμου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μαζί με τις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμότητας-ηλεκτρισμού, αναπτύσσονται ραγδαία κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, εγκαθίστανται σε διάφορες περιοχές και έχουν την τάση να συνδέονται και να λειτουργούν παράλληλα με τα μεγάλα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευσή τους.



## ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ</b>	<b>ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ</b>
<b>ΛΙΓΝΙΤΗΣ – ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΑΣ</b>	<b>ΗΛΙΟΣ</b>
<b>ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ</b>	<b>ΑΝΕΜΟΣ</b>
<b>ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ</b>	<b>ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ</b>
<b>ΝΕΡΟ ΠΟΤΑΜΩΝ – ΛΙΜΝΩΝ</b>	<b>ΒΙΟΜΑΖΑ</b>
<b>ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΟΥΡΑΝΙΟΥ</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ</b>
	<b>ΦΥΣΙΚΗ ΡΟΗ ΠΟΤΑΜΩΝ</b>
	<b>ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΓΗΣ</b>

### Σχήμα 1 : Είδη πηγών ενέργειας.

Αυτό συμβαίνει γιατί τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν ως «αποθήκη» ενέργειας πολύ μεγάλης χωρητικότητας, το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά συστήματα, όπου ο έλεγχος του ρυθμού παροχής της πρωτογενούς ενέργειας είναι αδύνατος. Αυτό είναι το κυριότερο μειονέκτημα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με συνέπεια να απαιτούνται πολύπλοκα συστήματα ελέγχου αποθήκευσης ενέργειας, τα οποία ανεβάζουν το κόστος. Ωστόσο με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών ισχύος και των μικροϋπολογιστών μπορούμε να ελέγξουμε την ποιότητα της τάσης και της συχνότητας που παράγονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να επιτύχουμε συγχρόνως την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση των φυσικών πόρων μεγιστοποιώντας την απόδοση των χρησιμοποιούμενων ηλεκτρομηχανικών συστημάτων.

## 1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέτρο, τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος, όσο και για την περιστολή της διαρροής σκληρού συναλλάγματος από την εθνική οικονομία της χώρας μας προς εξασφάλιση της απαιτούμενης, για τις ανθρώπινες δραστηριότητες, ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων και κύρια του πετρελαίου.[1,3] 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 τη μέσα της δεκαετίας του '70.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων, η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του, καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. 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 έχουν ως κριτήρια:

- Την οικονομική αποδοτικότητα και αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων από την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Τη διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών στα κτίρια.
- Τη διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.
- Τον έλεγχο του συνολικού λειτουργικού ενεργειακού κόστους και όχι απλά της καταναλισκόμενης ποσότητας καυσίμων.

Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων του τριτογενούς δημόσιου και εμπορικού τομέα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές κτιριακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης και καταλήγουν στον προσδιορισμό δόκιμων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Προσδιορισμό κατάλληλων στόχων ενεργειακής κατανάλωσης.
- Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, όπου θα διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών (π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτόματου ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης δυναμικού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κ.ά.).
- Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχής ενημέρωσή του.
- Σύνταξη ενεργειακών εκθέσεων-αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τον φορέα διοίκησης-διαχείρισης.
- Έλεγχο της εφαρμογής ενός προγράμματος ορθολογικής λειτουργίας και συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων (θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης) και συσκευών.

- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των χρηστών του κτιρίου σχετικά με τους στόχους του προγράμματος Ε.Δ. και σχετικά με τη συμμετοχή τους σε αυτό.
- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού και συνεργατών που εμπλέκονται στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του.
- Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσής του μετά την κατασκευή με σκοπό την αξιολόγηση της ωφελιμότητάς τους.

## 1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η εφαρμογή ενός προγράμματος Ενεργειακής Διαχείρισης προϋποθέτει πριν από οτιδήποτε, την ύπαρξη κατάλληλου σύγχρονου θεσμικού πλαισίου και ολοκληρωμένης στρατηγικής για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, που θα προωθή τον ενεργειακό σχεδιασμό και την ανακατασκευή κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων.[9,13] Στη στρατηγική αυτή θα πρέπει να προβλέπονται κίνητρα για κατασκευαστές και χρήστες, καθώς και νέοι αυστηροί κανονισμοί ενεργειακών μελετών και έλεγχοι εφαρμογής τους. Ένα τέτοιο σχέδιο δράσης προωθεί τελευταία το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. για τον οικιστικό τομέα της χώρας του τριτογενή τομέα.

Η ένταξη του προγράμματος Ενεργειακής Διαχείρισης στην πολιτική και στην οργάνωση του φορέα διοίκησης ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων είναι ένα δεύτερο προαπαιτούμενο στοιχείο μαζί και με τη διαθεσιμότητα επαρκών πόρων και εναλλακτικών πηγών χρηματοδότησης για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Τέλος, είναι αναγκαία η ύπαρξη της κατάλληλης αρμόδιας αρχής - υπευθύνου, που θα συντονίζει τη διεξαγωγή του προγράμματος Ενεργειακής Διαχείρισης και θα αναφέρει στη διοίκηση τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφέρουμε το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τα μέτρα εξοικονόμησης, καθώς και τα προτεινόμενα μέτρα εξοικονόμησης.

Στη χώρα μας οι βασικοί άξονες της πολιτικής σχετικά με την ορθολογική χρήση της ενέργειας και τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εναρμονίζονται σύμφωνα με την ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική.

Η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας δεν υπήρχε στην ελληνική νομοθεσία και καμιά νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούσε να την επικαλεσθεί μέχρι τη θέσπιση του νόμου 40/75 «Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας», όπου έγινε μια προσπάθεια να δημιουργηθεί το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο, για την ανάπτυξη παρεμβάσεων σε όλο το εύρος των οικονομικών τομέων, όπως βιομηχανία, μεταφορές, οικιακός και τριτογενής τομέας με σαφή διαχωρισμό μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και του πετρελαίου και των παραγώγων του, χωρίς όμως να ορίζει κανένα συγκεκριμένο μέτρο ή παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας. Ο συγκεκριμένος νόμος αναφέρεται στους τομείς που θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο παρεμβάσεων, καθώς και στις διαδικασίες εφαρμογής και μέτρων, όπως η απαγόρευση της χρήσης πετρελαίου μαζούτ για τη λειτουργία κεντρικής θέρμανσης των κτιρίων, τον έλεγχο εκπομπής καυσαερίων βιοτεχνικών και βιομηχανικών νομοθετημάτων και υπουργικών αποφάσεων που σχετίζονται με τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Παρακάτω η νομοθεσία γύρω από τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας αναφέρεται πιο αναλυτικά.

### **1.5.1 ΝΟΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Οι σημαντικότεροι νόμοι σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας είναι οι ακόλουθοι:

- Το νέο θεσμικό πλαίσιο του νόμου 2773/1999 σχετικά με την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και τη ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής, συμπληρώνει τον ισχύοντα νόμο 2244/1994 σχετικά με τη ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμβατικά καύσιμα.
- Οι σχετικές διατάξεις του αναπτυξιακού νόμου 2601/1998, που αντικατέστησε το νόμο 1892/1990 και προβλέπει επιδοτήσεις και επενδύσεις ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε όλους τους βιομηχανικούς καταναλωτές και στο ευρύτερο τριτογενή τομέα.
- Το Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας στα πλαίσια του Β΄ Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, που παρέχει οικονομικά και θεσμικά κίνητρα για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ορθολογικής χρήσης ενέργειας.

- Οι σχετικές διατάξεις του νόμου 2364/1995 σχετικά με τη σύσταση του σώματος ενεργειακού ελέγχου και σχεδιασμού για την εισαγωγή, μεταφορά, εμπορία και διανομή του φυσικού αερίου.
- Το γενικό νομοθετικό πλαίσιο - «Σχέδιο δράσης ενέργειας 2001» που εκδόθηκε με ΠΔ 880B στις 19/8/1998 σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιακό τομέα σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία Save/93/76 ΕΕ με θέμα «Περιορισμός των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα με καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων».

### **1.5.2 ΝΟΜΟΙ 2773/1999, 244/94 ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμία, η βιομάζα, καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού αποτελούν θέματα ζωτικής σημασίας για την ενεργειακή πολιτική. Δυστυχώς δεν είχαν αξιοποιηθεί στο παρελθόν σε ικανοποιητικό βαθμό, παρόλο που υπήρχε το νομικό υπόβαθρο του νόμου 1559/85. Οι αδυναμίες του νόμου αυτού σχετικά με ρυθμίσεις που αφορούσαν την τιμολογιακή πολιτική της ενέργειας, καθώς και οι περιορισμοί ανάπτυξης ιδιωτικών δραστηριοτήτων σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτέλεσαν βασικό παράγοντα για την αναστολή της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της συμπαραγωγής.

Με τη θέσπιση του νόμου 2244/1994 δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της συμπαραγωγής. Οι βασικές διατάξεις του νόμου είναι οι εξής:

- Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού διατηρεί το αποκλειστικό δικαίωμα παραγωγής διανομής και μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οι ιδιώτες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στους αυτοπαραγωγούς και τους ανεξάρτητους παραγωγούς.

Αυτοπαραγωγός θεωρείται εκείνος που παράγει ενέργεια για ιδιωτική χρήση και διακρίνεται σε συνδεδεμένο και αυτόνομο, ανάλογα με το αν είναι συνδεδεμένος ή όχι με το δίκτυο της ΔΕΗ. Η αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέπεται με την εκμετάλλευση αιολικής, ηλιακής ενέργειας, βιομάζας, γεωθερμικής ενέργειας, ενέργειας από τη θάλασσα και το υδατικό δυναμικό με

μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με όρια ισχύος μέχρι 2KW. Επίσης επιτρέπεται με τη συμπαραγωγή, όπου θεωρείται η παραγωγή ενέργειας με τους ακόλουθους τρόπους:

- Συνδυασμός παραγωγής θερμότητας ή και ψύξης από συμβατικά καύσιμα.
- Ενεργειακή αξιοποίηση των μη τοξικών και ακίνδυνων παραγωγών των βιομηχανιών, που αποδεσμεύονται από τις παραγωγικές διαδικασίες
- Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας

Ανεξάρτητος παραγωγός θεωρείται εκείνος που παράγει ενέργεια και τη διαθέτει αποκλειστικά στη ΔΕΗ. Η ανεξάρτητη παραγωγή ενέργειας επιτρέπεται με τη χρήση αιολικής ενέργειας, ηλιακής ενέργειας, βιομάζας, ενέργειας από τη θάλασσα με όρια ισχύος μέχρι και 50MW, καθώς επίσης και με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας ή υδατικού δυναμικού μέχρι 2MW.

- Σύμφωνα με διατάξεις του νόμου η ΔΕΗ αναλαμβάνει την υποχρέωση να αγοράζει το πλεόνασμα της ενέργειας του αυτοπαραγωγού και το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας του ανεξάρτητου παραγωγού, ενώ αποκλείεται η διάθεση σε τρίτους.

Τα βασικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του νόμου είναι η απελευθέρωση της παραγωγής ενέργειας αρχικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τίθενται οι βάσεις για την ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας και συμπαραγωγής στο βιομηχανικό και τριτογενή τομέα, δραστηριότητες που εφαρμόζονται με ικανοποιητικά αποτελέσματα σε χώρες της Ευρώπης και στις ΗΠΑ.

### **1.5.3 ΝΟΜΟΣ 01/98 ΠΕΡΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΡΩΝ ΓΙΑ ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ**

Ο αναπτυξιακός αυτός νόμος παρέχει ένα πλαίσιο οικονομικών κινήτρων με σκοπό την ανάπτυξη ιδιωτικών επενδύσεων με τις οποίες επιτυγχάνεται:

- Η συμβολή στην επίτευξη των στόχων της περιφερειακής ανάπτυξης.  
Η αύξηση των θέσεων απασχόλησης.
- Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων.
- Η αναδιάρθρωση τομέων και κλάδων της παραγωγής.
- Η αξιοποίηση επιχειρηματικών ευκαιριών στον ελληνικό και ευρύτερο διεθνή χώρο.

- Η συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο νόμος καθορίζει την έννοια της παραγωγικής επένδυσης και το είδος των επιχειρήσεων, που μπορούν να υπαχθούν στις διατάξεις του νόμου. Ειδικότερα υπάγονται επενδύσεις που αφορούν:

- Την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Την υποκατάσταση καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας με αέρια καύσιμα, επεξεργασμένα απορριπτόμενα υλικά από εγχώριες βιομηχανίες, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας, καθώς και συμπαραγωγή ενέργειας και θερμότητας.

#### **1.5.4 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας συμπεριλαμβάνεται στα κοινοτικά πλαίσια στήριξης και ενθαρρύνει την προώθηση των ενεργειακών επενδύσεων. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει επενδυτικά προγράμματα για του παρακάτω τομείς:

1. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη και φυσικό αέριο.
2. Εξοικονόμηση ενέργειας.
3. Μελέτες και έρευνες φυσικών πόρων.

Πιο αναλυτικά για τον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας παρέχει μέτρα που αφορούν:

- Ø Ρύθμιση θεσμικών, οργανωτικών και κανονιστικών ζητημάτων, που σχετίζονται με τη διαμόρφωση του θεσμικού πλαισίου, που αφορά τη χρηματοδότηση επενδύσεων εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας.
- Ø Μελέτες για την αναμόρφωση και συμπλήρωση του θεσμικού πλαισίου κανονισμών, προδιαγραφών και μεθόδων πιστοποίησης για την επιβολή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ø Οργάνωση και αποτελεσματική λειτουργία μηχανισμών ελέγχου για την ορθή εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ø Καταγραφή και αξιολόγηση του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας από ομάδες καταναλωτών.
- Ø Ενημέρωση και παροχή εξειδικευμένων πληροφοριών για τις δυνατότητες παρέμβασης στο ενεργειακό σύστημα, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθολογική ενεργειακή διαχείριση.
- Ø Οικονομικά κίνητρα για την πραγματοποίηση επενδύσεων στους τομείς εξοικονόμησης ενέργειας, συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού και ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε ενεργοβόρους βιομηχανικούς καταναλωτές.

- Ø Τεχνική υποστήριξη και βοήθεια σε μικρές επιχειρήσεις με δυνατότητες υποστήριξης παρεμβάσεων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθολογική χρήση της ενέργειας. Συγκεκριμένα στα πλαίσια του εν λόγω μέτρου καλύπτονται ενεργειακές επιθεωρήσεις για τον εντοπισμό ενεργειακής σπατάλης και υπόδειξη παρεμβάσεων, με προώθηση νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης και αποδοτικής ενεργειακής διαχείρισης.

### **1.5.5 ΤΟΜΕΑΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Για τον τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιέχει μέτρα που αφορούν:

- Δημιουργία θεσμικού πλαισίου και υποστηρικτικών δράσεων για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Οικονομικά κίνητρα για την ενίσχυση εφαρμογών που εκμεταλλεύονται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ανάπτυξη τεχνολογικής υποδομής και υποστήριξης για την προώθηση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις βιομηχανικές εφαρμογές.

Οι ιδιωτικές επενδύσεις που πραγματοποιούνται στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος ενέργειας χρηματοδοτούνται μέχρι και ποσοστό 45% με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και ποσοστό 55% με σκοπό την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει επενδύσεις που αφορούν:

- § Εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενες επιχειρήσεις.
- § Επεμβάσεις αντικατάστασης εξοπλισμού για την μείωση αεργοενεργειακών καταναλώσεων και απωλειών ενέργειας.
- § Επεμβάσεις αντικατάστασης εξοπλισμού στην παραγωγή, μεταφορά, διανομή και χρήση της ενέργειας.
- § Επεμβάσεις νέου εξοπλισμού για την ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας, είτε άμεσα, είτε έμμεσα από την ανακύκλωση απορριπτόμενων υλικών.
- § Συμπαγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας.
- § Σε υφιστάμενες επιχειρήσεις μετατρέποντας τη μεμονωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας σε συμπαγωγή ή εγκαθιστώντας νέο σύστημα συμπαγωγής.
- § Σε νέες επιχειρήσεις.
- § Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- § Αιολικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής.



- § Γεωθερμικές εφαρμογές, όπως αναπτυξιακά έργα στον αγροτικό τομέα (θερμοκήπια), συμπαραγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας, τηλεθέρμανση, ιχθυοκαλλιέργειες και άλλες εφαρμογές.
- § Υδροηλεκτρικά έργα, σε υδατορεύματα με ανώτερη επιλέξιμη ισχύ των 5MW και υφιστάμενα υδραυλικά δίκτυα.
- § Κεντρικά ηλιακά συστήματα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- § Αξιοποίηση βιομάζας για παραγωγή βιοαιθανόλης, ως καύσιμο μεταφοράς, τηλεθέρμανση με βιομάζα και συμπαραγωγή βιομάζας.
- § Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων μικρού μεγέθους σε απομονωμένες περιοχές, χωρίς όμως να αποκλείονται και μεγαλύτερες εφαρμογές.
- § Εγκατάσταση παθητικών συστημάτων θέρμανσης, δροσισμού και φωτισμού σε κτίρια τριτογενούς τομέα και βιοκλιματικούς οικισμούς.
- § Αφαλάτωση με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως αιολική ενέργεια, γεωθερμία και φωτοβολταϊκά συστήματα
- § Συστήματα αυτοματισμού για τη λειτουργία υβριδικών συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

#### **1.5.6 ΝΟΜΟΣ 2364/95 ΠΕΡΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ**

Ο νόμος αυτός περικλείει τις ισχύουσες διατάξεις για την εισαγωγή του φυσικού αερίου στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει ειδική μέριμνα φορολογικής αντιμετώπισης και εκπτώσεων της τάξης του 70% στην αγορά υλικού και συσκευών φυσικού αερίου.

#### **1.5.7 ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ «Ενέργεια 2001»**

Το ΠΔ που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 880 Β 19/8/1998 περιέχει την υπουργική απόφαση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε σχετικά με την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας στην κοινοτική οδηγία Save 93/76 Ε.Ε. περί μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Συγκεκριμένα περιέχει μέτρα πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και εισάγει έννοιες και θεσμούς, που προάγουν την ορθολογική χρήση και διαχείριση των ενεργειακών πόρων και τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής, εισάγοντας τις βασικές αρχές του αειφόρου σχεδιασμού και της οικολογικής δόμησης. Παράλληλα εξασφαλίζεται η ενημέρωση των πολιτών σχετικά με ενεργειακά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, με τα οικονομικά και

περιβαλλοντικά οφέλη που επιφέρει η εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό τομέα.

Σε εφαρμογή του νόμου 1521/85 παρέχονται οικονομικά θεσμικά και διοικητικά κίνητρα για την προώθηση της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα. Οι προτάσεις αφορούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και ορθολογικής χρήσης ενέργειας που επιτυγχάνονται μέσω παρεμβάσεων και τεχνικών:

- Στο κέλυφος υφιστάμενων και νεοαναγειρόμενων κτιρίων.
- Στα συμβατικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού.
- Επεμβάσεις σε παραδοσιακά κτίρια και οικισμούς.
- Επεμβάσεις σε δημόσια, κοινωφελή κτίρια και οργανωμένα στεγαστικά προγράμματα.
- Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού και αρχιτεκτονικής σε νέα κτίρια και πολεοδομικά σύνολα.

Ο Γενικός Οικοδομικός Κώδικας εκσυγχρονίζεται και θεσπίζει οικονομικά κίνητρα για την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια, όπως:

- Προσθήκη θερμομόνωσης.
- Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων.
- Συντήρηση και αντικατάσταση λεβήτων.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης.
- Αγορά ηλιακών θερμοσιφώνων και ηλιακών συστημάτων.
- Ενσωμάτωση παθητικών και ηλιακών ενεργητικών συστημάτων.

Τα παραπάνω μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας ενισχύονται με την έκδοση του Κώδικα Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας, που εκδίδεται σύμφωνα με το άρθρο 6 του Γενικού Οικοδομικού Κώδικα, που περιέχει κανονισμούς για ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας. Ο Κώδικας Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας αντικαθιστά τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης και έχει εφαρμογή σε όλα τα νεοαναγειρόμενα κτίρια για τη μελέτη και κατασκευή τους, καθώς και σε υφιστάμενα κτίρια για τη μελέτη των αναγκαίων επεμβάσεων, για τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, τον υπολογισμό της ενεργειακής τους ταυτότητας, την έκδοση του δελτίου ενεργειακής ταυτότητας και τον καθορισμό της διαδικασίας για την ενεργειακή πιστοποίηση και για την ενεργειακή βαθμονόμηση των κτιρίων.

Συνοπτικά οι στόχοι του Κώδικα Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας είναι οι εξής:

- Η εξασφάλιση περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μέσω ενός ορθολογικού σχεδιασμού που λαμβάνει υπόψη την εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Η εξασφάλιση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων, ώστε να διασφαλίζονται οι άριστες συνθήκες θερμικής άνεσης όλο το χρόνο, επαρκούς φυσικού φωτισμού και αερισμού, οπτικής άνεσης, ποιότητας εσωτερικού αέρα και ευνοϊκού μικροκλίματος στον περιβάλλοντα χώρο για την υγιεινή διαβίωση των ενοίκων και τον περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης.
- Ο υπολογισμός του βαθμού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (ενεργειακή ταυτότητα) και η έκδοση του σχετικού δελτίου με στόχο την κατάταξη των κτιρίων στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία και στην ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Η αποτελεσματική θερμομόνωση των νέων κτιρίων, με μακροπρόθεσμες προοπτικές, σύμφωνα με τα πρότυπα που λαμβάνουν υπόψη τις κλιματικές συνθήκες ή τις περιοχές, καθώς και τη χρήση για την οποία προορίζεται το συγκεκριμένο κτίριο και την εξασφάλιση ενεργειακής απόδοσης.
- Η εξασφάλιση της κατασκευής αειφόρων κτιρίων, που θα συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, με τη χρήση νέων τεχνολογιών για την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, όπως ενέργειας και νερού, καθώς την εισαγωγή αρχών οικολογικής δόμησης.
- Ο καθορισμός ορίων κατανάλωσης για όλες τις κατηγορίες κτιρίων υφιστάμενων και νεοαναγειρόμενων, του συστήματος ενεργειακής βαθμονόμησης και τη διαδικασία ενεργειακής πιστοποίησης.

Σύμφωνα με το άρθρο 4 του συγκεκριμένου ΠΔ τα περιεχόμενα του Κώδικα Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας είναι τα εξής:

- Θέτει τους όρους και τις προϋποθέσεις για το βέλτιστο σχεδιασμό των κτιρίων και τη θερμική τους προστασία. Καθορίζει το επιτρεπόμενα όρια θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων ανά χρήση κτιρίου κα κλιματική περιοχή για όλη τη διάρκεια του χρόνου, ορίζει τα επιτρεπόμενα όρια ενεργειακών καταναλώσεων και καθορίζει το σύστημα ενεργειακής βαθμονόμησης των κτιρίων.
- Καθορίζει τις απαιτήσεις θερμικής προστασίας των κτιρίων, ως προς το σχεδιασμό του κελύφους, το συνυπολογισμό των θερμικών κερδών από τον ήλιο και των θερμικών χαρακτηριστικών

των δομικών στοιχείων της κατασκευής, ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο η κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

- Καθορίζει τα κριτήρια για την επιλογή των υλικών προκειμένου να επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας και να αποφεύγεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση και ενσωματώνει σε θεματικές ενότητες τις απαιτήσεις. Τρόπους υπολογισμού, τεχνικές περιγραφές και παραρτήματα που περιλαμβάνουν πληροφορίες για τη σύνταξη και την εφαρμογή των απαιτήσεων του κανονισμού και τη σύνταξη του δελτίου ενεργειακής ταυτότητας.
- Περιέχει την κατανομή των κλιματικών ζωνών με βάση τις θερμομέρες θέρμανσης και τον καθορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας συναρτήσει του σχήματος του κτιρίου, τις απαιτήσεις ως προς τις αναγκαίες εναλλαγές του αέρα ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, τον τρόπο συνυπολογισμού των θερμικών συνεισφορών από ηλιακά και εσωτερικά κέρδη, τις προδιαγραφές των παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, τον καθορισμό της απαιτούμενης ενέργειας αρχικά ανανεώσιμης και συμπληρωματικά συμβατικής σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια, ώστε να καλύπτονται οι θερμαντικές και ψυκτικές ανάγκες των κτιρίων και να διασφαλίζεται η θερμική άνεση.
- Υποδεικνύει τους αναγκαίους υπολογισμούς και μελέτες που διευκολύνουν την ορθολογική χρήση και την εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω του συνυπολογισμού των θερμικών ηλιακών κερδών και των θερμικών απωλειών από τα ανοίγματα, καθώς και της συνολικής αντιμετώπισης της συμπεριφοράς του κελύφους. Δίνει τη δυνατότητα εναλλακτικών προτάσεων για την αντιμετώπιση του ζητήματος της θερμικής προστασίας του κτιρίου μέσω της χρήσης παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων.
- Ο κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας συμβάλλει στην καταγραφή της ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων και παρέχει όλες τις πληροφορίες για την εφαρμογή των απαιτήσεων και των προδιαγραφών, για τη διευκόλυνση της συλλογής ενεργειακών δεδομένων σχετικά με το κτίριο, τον τρόπο υπολογισμού της ενεργειακής ταυτότητας υφιστάμενων και νεοαναγειρόμενων κτιρίων και τον τρόπο κατάταξης τους στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία ανάλογα με τα όρια κατανάλωσης ενέργειας.
- Περιγράφει τον τρόπο της διενέργειας των περιοδικών ενεργειακών επιθεωρήσεων ενεργοβόρων επιχειρήσεων, αλλά και

των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, καθώς και των ενεργειακών ελέγχων που θα διενεργούνται σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια με στόχο την ενεργειακή πιστοποίηση και ενεργειακή βαθμονόμηση των κτιρίων.

Το κύριο σώμα του Κώδικα Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας περιλαμβάνει τη θεματική ενότητα υποχρεωτικών μελετών κατά την κατασκευή οποιουδήποτε κτιρίου, όπως:

- Η ενεργειακή μελέτη που εξετάζει συνολικά τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης και υποδεικνύει κατά περίπτωση λύσεις, ώστε να εξασφαλίζεται η θερμική άνεση του χώρου μέσω τεχνικών και συστημάτων ορθολογικής χρήσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ενεργειακή μελέτη συμβάλλει στη διαπίστωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία και τη συμπλήρωση του δελτίου ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου αποτελώντας αναπόσπαστο κομμάτι της οικοδομικής άδειας του κτιρίου.
- Παράλληλα η ενεργειακή μελέτη καταδεικνύει ότι ο σχεδιασμός του κτιρίου και ο προβλεπόμενος εξοπλισμός συντελούν στη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων από συμβατικές πηγές ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού. Παράλληλα καταδεικνύει ότι το κάθε κτίριο ανάλογα με τη χρήση και τη λειτουργία του, τόσο για υφιστάμενα, όσο και για νεοαναγειρόμενα κτίρια δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα όρια κατανάλωσης. Συγκεκριμένα η ενεργειακή μελέτη περιλαμβάνει:
  - Τη μελέτη εξοικονόμησης νερού.
  - Τη μελέτη διαχείρισης απορριμμάτων.
  - Τη μελέτη βιοκλιματικού σχεδιασμού.
  - Τη μελέτη ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.
  - Τη μελέτη διαμόρφωσης ευνοϊκού μικροκλίματος του περιβάλλοντος χώρου.

Η μελέτη βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελεί το συμπλήρωμα της αρχιτεκτονικής μελέτης και συμβάλλει στο συνδυασμό της συμπεριφοράς του κελύφους του κτιρίου με τις τεχνικές και τα συστήματα εφαρμογής παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων ή άλλων συστημάτων και με τη συμπληρωματική ηλεκτρομηχανολογική μελέτη για την εξασφάλιση άριστων συνθηκών θερμικής άνεσης και τεχνικών φυσικού φωτισμού και αερισμού. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει:

- § Τον υπολογισμό του φορτίου θέρμανσης και της συμβολής των παθητικών ηλιακών ή και υβριδικών συστημάτων.
- § Τον υπολογισμό της συμβολής των παθητικών και υβριδικών συστημάτων και τεχνικών, στην επίτευξη της θερμικής άνεσης.
- § Τον υπολογισμό του ηλεκτρικού φορτίου για φωτισμό και τη συμβολή του φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους.
- § Τον υπολογισμό της συμβολής των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στη θέρμανση νερού χρήσης.
- § Τον υπολογισμό της συμβολής των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην κάλυψη του ηλεκτρικού φορτίου.

Η ηλεκτρομηχανολογική μελέτη περιλαμβάνει:

- § Τις ισχύουσες επιβεβλημένες μελέτες και υποχρεωτική ένταξη μελέτης που αφορά τη θέρμανση χώρων.
- § Την παροχή ζεστού νερού χρήσης και τη μελέτη ένταξης φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Η μελέτη διαμόρφωσης ευνοϊκού μικροκλίματος του περιβάλλοντος χώρου περιλαμβάνει:

- § Χωροθέτηση πρασίνου και προσδιορισμό είδους φύτευσης.
- § Χωροθέτηση φυσικών ή τεχνητών ανεμοφρακτών.
- § Συστήματα σκιασμού.
- § Χωροθέτηση πιθανών υδάτινων επιφανειών.
- § Προσδιορισμός χώρων εγκατάστασης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και άλλες κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

Η μελέτη εξοικονόμησης νερού περιλαμβάνει την υπόδειξη των αναγκαίων μέτρων και των κατάλληλων συστημάτων που συμβάλλουν στον περιορισμό της κατανάλωσης νερού, όπως αποθήκευση βρόχινου νερού και διάθεση του για οικιακή κατανάλωση, συστήματα ελέγχου ροής νερού και υπολογισμούς κατανάλωσης νερού.

Η μελέτη διαχείρισης απορριμμάτων που περιλαμβάνει την περιγραφή των χρησιμοποιούμενων ανά κτίριο συστημάτων για την απόρριψη και τη συγκέντρωση των απορριμμάτων, καθώς και για την ανακύκλωσή τους.

## **1.6 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΜΕΑ**

### **1.6.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

Οι νομοθετικές παρεμβάσεις που αφορούν τον τομέα της βιομηχανίας είναι οι εξής νόμοι, οι οποίοι έχουν παρουσιαστεί λεπτομερώς σε προηγούμενες παραγράφους:

1. Ο νόμος 40/75 και οι σχετικές ρυθμίσεις που εξειδικεύονται σε ορισμένες παρεμβάσεις που αφορούν τις συνθήκες λειτουργίας των λεβήτων και καυστήρων βιομηχανικών μονάδων και την εξοικονόμηση ενέργειας, με ταυτόχρονη αποτίμηση των ενεργειακών και περιβαλλοντικών οφελών.
2. Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας που παρέχει οικονομικά κίνητρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης βιομηχανικών μονάδων, όπως επιδότηση ιδιωτικών επενδύσεων για μονάδες συμπαραγωγής και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
3. Ο αναπτυξιακός νόμος 2601/98 που παρέχει οικονομικά κίνητρα για ιδιωτικές επενδύσεις σε θέματα ορθολογικής χρήσης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και χορήγηση δανείων για την εγκατάσταση ενεργειακού εξοπλισμού. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΒΕΤ, εκτιμάται ότι η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 306 GWh/έτος και η αντικατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας και υγρών καυσίμων με αέριο και βιομάζα είναι 435 GWh/έτος.
4. Ο νόμος 2244/94 που επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής.
5. Υπουργική απόφαση που ισχύει από τις αρχές του 1999 και αφορά την ενεργειακή διαχείριση και τις απαραίτητες ρυθμίσεις και μέτρα για την ενεργειακή καταγραφή και έλεγχο των βιομηχανικών μονάδων. Το μέτρο αυτό υποχρεώνει όλες τις βιομηχανίες που έχουν εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 75kW να καταγράφουν σε αρχεία ότι αφορά το ενεργειακό ισοζύγιο τους. Τα εν λόγω αρχεία θα εμπεριέχουν πληροφορίες σχετικά με:
  - Εμπορία.
  - Κατανάλωση.
  - Απόθεμα των χρησιμοποιούμενων μορφών ενεργειακών πηγών.

Τα αρχεία επίσης θα παρέχουν και πληροφορίες που αφορούν το επίπεδο παραγωγής. Το παραπάνω μέτρο καθορίζει επίσης τη μεθοδολογία υπολογισμού των ακόλουθων μεγεθών:

- Ø Τη μέση ενεργειακή κατανάλωση.
- Ø Την καταναλισκόμενη ενέργεια.
- Ø Το επίπεδο παραγωγής.

Η μέση ενεργειακή κατανάλωση είναι ο λόγος ανάμεσα στην καταναλισκόμενη ενέργεια και στο επίπεδο παραγωγής (τελικό προϊόν). Η καταναλισκόμενη ενέργεια (πετρελαιοειδή καύσιμα, ηλεκτρισμός και ατμός) εκφράζεται σε όρους πρωτογενούς ενέργειας (σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου ΤΟΕ).

6. Διανομή ηλεκτρικού φορτίου από τις ώρες αιχμής σε ώρες μη αιχμής. Το μέτρο αυτό συνιστούσε τη μεταφορά ηλεκτρικών φορτίων / καταναλώσεων από τις ώρες αιχμής σε ώρες μη αιχμής. Έγινε ενεργό με σκοπό τη βελτίωση του παράγοντα φορτίου στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, θέλοντας έτσι να καταλήξει σε καλύτερη χρησιμοποίηση της εγκατεστημένης ισχύος και σε εξοικονόμηση καυσίμων. Δεν παρουσίασε, κατά την εφαρμογή του, αλλαγές στη δομή του τιμολογίου ηλεκτρισμού, αλλά αποσκοπούσε στο να προτείνει στους βιομηχανικούς καταναλωτές να εκμεταλλευτούν την υπάρχουσα δομή του τιμολογίου ηλεκτρισμού, στην περίπτωση που τα φορτία μεταφέρονταν σε ώρες μη αιχμής. Το μέτρο εφαρμόστηκε και τα ειδικά τιμολόγια ηλεκτρισμού απευθύνονταν σε μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές για τις ώρες μη αιχμής, ενδιάμεσου και μη αιχμής φορτίου.
7. Έλεγχος καπνού ή αερίων καυσίμων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Καθορίζει τα όρια ποιότητας του αερίου καυσίμου στους βιομηχανικούς λέβητες. Τίθενται όρια για το διοξείδιο του άνθρακα και του οξυγόνου στα αέρια καύσιμα.
- ✓ Απαιτείται η εγκατάσταση συσκευών μέτρησης έτσι ώστε να ελέγχει και να προτείνει κάθε φορά τα ποιοτικά όρια των αερίων καυσίμων και των θερμοκρασιών τους.
  - ✓ Αναγκάζει τις βιομηχανίες να διατηρούν εκθέσεις με τα μέτρα που αφορούν το ποιοτικά όρια των αερίων καυσίμων.
  - ✓ Απαιτεί τον καθαρισμό των λεβήτων και των σωληνώσεων κάθε μήνα, καθώς επίσης και των καπνοδόχων αυτών, τουλάχιστον κάθε έξι μήνες. Το μέτρο αυτό εφαρμόστηκε και μάλιστα ικανοποιητικά και αποδοτικά.
8. Ίδρυση πλαισίου εργασίας για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγή θερμότητας. Αυτός ο νόμος εδραιώνει το πλαίσιο που θα επιτρέπει στις τοπικές αρχές και στους ιδιωτικούς επενδυτές να εγκαταστήσουν και να λειτουργήσουν συστήματα ή μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως εξαρτώμενη ενέργεια και αυτοπαραγωγή, χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποβαλλόμενη θερμότητα και αέριο για συμπαραγωγή θερμότητας και ενέργειας. Η ενέργεια που παράγεται από ανεξάρτητους παραγωγούς πωλείται απευθείας στην ηλεκτρική εταιρεία σε καθορισμένα ποσοστά (καθορισμένες τιμές χρέωσης).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα τιμολόγια της ανεξάρτητης παραγωγής ενέργειας για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά τοποθετούνται



στο 90% της τιμής χρέωσης ανά μονάδα ενέργειας των καταναλωτών μέσης τάσης. Εφαρμόζεται ήδη και υπάρχουν πολλά αιολικά πάρκα σε αρκετά αιγαιοπελαγίτικα νησιά.

### 1.6.2 ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ

Η ενεργειακή κατανάλωση στον τριτογενή τομέα σχετίζεται άμεσα με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Το σύνολο των νομοθετημάτων που ισχύει απευθύνεται γενικά προς το κτίριο συμπεριλαμβανομένου και του οικιακού τομέα. Η σαφής διάκριση μεταξύ των δύο τομέων αφορά μόνο τους αναπτυξιακούς νόμους που απευθύνονται σε ορισμένους κλάδους του τριτογενή τομέα. Η ενεργειακή κατανάλωση του τριτογενή τομέα καλύπτεται θεσμικά από:

1. Το νομοθετικό πλαίσιο του νόμου 40/75.
2. Το ΠΔ 1614/1979 που αφορά την υποχρεωτική εφαρμογή της θερμομόνωσης στα νέα κτίρια.
3. Ο αναπτυξιακός νόμος 2601/98 που προβλέπει επιδοτήσεις ιδιωτικών επενδύσεων επιχειρήσεων σε θέματα ορθολογικής χρήσης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
4. Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας που παρέχει επιδοτήσεις ιδιωτικών επενδύσεων για μονάδες συμπαραγωγής και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε μεγάλους ενεργοβόρους καταναλωτές του τριτογενή τομέα, όπως ξενοδοχειακές επιχειρήσεις και νοσοκομεία.
5. Ο νόμος 2244/94 δίνει τη δυνατότητα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού σε ενεργοβόρα κτίρια, όπως ξενοδοχεία και νοσοκομεία.
6. Υπουργική απόφαση που ισχύει από τις αρχές του 1999 και αφορά την ενεργειακή διαχείριση και τις απαραίτητες ρυθμίσεις και μέτρα για την ενεργειακή καταγραφή και πιστοποίηση των κτιρίων.
7. Ο νόμος 2364/95 που παρέχει οικονομικά κίνητρα για την αγορά και χρήση συσκευών και εξοπλισμών τεχνολογίας φυσικού αερίου.
8. Το ΠΔ 335/1993 που αφορά την ενεργειακή απόδοση και πιστοποίηση των λεβήτων νερού.

Επίσης προβλέπονται τα παρακάτω :

- Η εγκατάσταση θερμοστατών στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης.
- Η υποχρεωτική επιθεώρηση των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης.

- Η πιστοποίηση των τεχνικών που ασχολούνται με την εγκατάσταση και συντήρηση λεβήτων και καυστήρων.

### 1.6.3 ΟΙΚΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

Στον Οικιακό τομέα ισχύουν οι ίδιοι κανονισμοί και τα ίδια υποχρεωτικά μέτρα που ισχύουν και στον Τριτογενή τομέα. Η θεσμική κάλυψη του Οικιακού τομέα σε ενεργειακά θέματα καλύπτεται από:

1. Το νόμο 40/75 περί κινήτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
2. Το νόμο 2364/95 που αφορά την εισαγωγή του φυσικού αερίου και παρέχει φορολογικά κίνητρα, όπως η έκπτωση από το φορολογικό εισόδημα κατά 70% για την αγορά και την εγκατάσταση οικιακών συσκευών και εξοπλισμών τεχνολογίας φυσικού αερίου. Στον ίδιο νόμο περιλαμβάνονται διατάξεις που αφορούν την πιστοποίηση των συσκευών αερίου από τον ΕΛΟΤ.
3. Το ΠΔ 180/94 που εκδόθηκε σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 92/75 για την πιστοποίηση της καταλληλότητας των οικιακών συσκευών. Στα πλαίσια του συγκεκριμένου νόμου, κατά την εφαρμογή του πραγματοποιούνται οι απαραίτητες ενημερωτικές εκστρατείες για τη χρήση αποδοτικών ενεργειακά συσκευών.
4. Το ΠΔ 335/93 που εκδόθηκε σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 92/42 για τις προδιαγραφές της ενεργειακής απόδοσης των λεβήτων νερού που λειτουργούν με υγρά ή αέρια καύσιμα.
5. Το ΠΔ 178/98 για τις προδιαγραφές των ηλεκτρικών ψυγείων και ψυγειοκαταψυκτών.
6. Η πιστοποίηση των τεχνικών που ασχολούνται με την εγκατάσταση και συντήρηση των λεβήτων / καυστήρων.
7. Η υπουργική απόφαση που ισχύει από το 1986 και αφορά την υποχρεωτική επιθεώρηση λεβήτων κεντρικής θέρμανσης για τον περιορισμό της εκπομπής ρυπογόνων αερίων.

Επίσης στο θεσμικό πλαίσιο που αφορά την κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα συμπεριλαμβάνονται διατάξεις, που προβλέπεται να αντικατασταθούν με την εφαρμογή των μέτρων που προβλέπονται από το σχέδιο δράσης Ενέργεια 2001 και τη νομική ισχύ του κώδικα ορθολογικής χρήσης ενέργειας, όπως :

- Το ΠΔ για την υποχρεωτική εφαρμογή της θερμομόνωσης, το οποίο αναμένεται να αντικατασταθεί με την εφαρμογή του κώδικα ορθολογικής χρήσης ενέργειας.
- Η ρύθμιση που αφορά την κατανομή δαπανών κεντρικής θέρμανσης και ισχύει από το 1985 (ΦΕΚ 631/85) και επιτρέπει τον

επιμερισμό των δαπανών σύμφωνα με τον όγκο του κάθε διαμερίσματος και τις θερμικές απώλειες. Η συγκεκριμένη ρύθμιση αναμένεται να βελτιωθεί με την νομική ισχύ του κώδικα ορθολογικής χρήσης ενέργειας, όπου η τιμολόγηση των δαπανών κεντρικής θέρμανσης θα γίνεται σύμφωνα με την πραγματική κατανάλωση του κάθε ενοίκου, ο οποίος θα ρυθμίζει την κατανάλωση θερμότητας, ψυχρού και θερμού νερού.

Η διαμόρφωση του θεσμικού πλαισίου που αφορά την οικιακή χρήση της ενέργειας αναμένεται να ολοκληρωθεί με την νομική ισχύ της υπουργικής απόφασης (ΦΕΚ 860 Β/98) και αποτελεί την υλοποίηση των μέτρων που προτείνονται στο σχέδιο δράσης Ενέργεια 2001 σχετικά με την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες παραγράφους το σύνολο των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας επικεντρώνονται στη νομική ισχύ του κώδικα ορθολογικής χρήσης ενέργειας, σύμφωνα με τον οποίο επιτυγχάνουμε παρεμβάσεις στο κτίριο ως σύνολο με σκοπό την ενεργειακή πιστοποίηση και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Παράλληλα για την επίτευξη των στόχων που προβλέπονται με την εισαγωγή του κώδικα ορθολογικής χρήσης ενέργειας προτείνονται μια σειρά από οικονομικά κίνητρα όπως δάνεια και φοροαπαλλαγές για την πραγματοποίηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια ανάλογα με την ηλικία τους, όπως εάν έχουν κατασκευαστεί πριν ή μετά από τη θέσπιση του κώδικα θερμομόνωσης και νεοαναγειρόμενα κτίρια για το μεταβατικό στάδιο 6 ετών από τη νομική ισχύ του κώδικα ορθολογικής χρήσης. Οι επεμβάσεις που προτείνονται είναι η προσθήκη θερμομόνωσης, αντικατάσταση υαλοπινάκων, εγκατάσταση ενεργητικών και παθητικών ηλιακών συστημάτων.

#### **1.6.4 ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ**

Το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει στον τομέα των μεταφορών και έχει θεσπιστεί στο παρελθόν αφορά κυρίως τη φορολογία των καυσίμων παρά τη μείωση της κατανάλωσης αυτών. Οι κυριότερες προσπάθειες αφορούν τη λύση του κυκλοφοριακού προβλήματος των μεγάλων αστικών κέντρων και τη μείωση της εκπομπής καυσαερίων. Από το 1982 ισχύει ο υποχρεωτικός τεχνικός έλεγχος όλων των οχημάτων κάθε τρία χρόνια. Από το 1992 ισχύει ο υποχρεωτικός έλεγχος εκπομπής καυσαερίων για όλους τους τύπους οχημάτων,

όπου τα επιβατικά οχήματα επιβάλλονται σε ετήσιο έλεγχο, ενώ τα μεγαλύτερα οχήματα κάθε δύο χρόνια.

Για την προώθηση λύσεων σχετικά με το κυκλοφοριακό πρόβλημα στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας και των μεγάλων αστικών κέντρων ισχύει το μέτρο εκ περιτροπής κυκλοφορίας των οχημάτων, ενώ απαγορεύτηκε η κίνηση των οχημάτων στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας. Επίσης γίνονται σημαντικές προσπάθειες για τη βελτίωση των μέσων μαζικής μεταφοράς και την ευαισθητοποίηση του κοινού να τα χρησιμοποιεί συχνότερα στις μετακινήσεις του. Η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ είναι ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα και συμβάλλει στη βελτιστοποίηση του κυκλοφοριακού ζητήματος, ενώ η επέκταση του δικτύου και σε άλλες περιοχές βρίσκεται υπό εξέλιξη.

Για την προώθηση οχημάτων νέας τεχνολογίας ισχύουν φορολογικές απαλλαγές του ειδικού φόρου κατανάλωσης μέχρι και 60%. Επίσης στο νόμο 2773/99 σχετικά με την απελευθέρωση της ενέργειας αναφέρεται ότι επιτρέπεται η χρήση υγραερίου (LPG) ή πεπιεσμένου φυσικού αερίου (CNG) ή άλλου εναλλακτικού καυσίμου φιλικότερου προς το περιβάλλον έναντι των συμβατικών καυσίμων για την κίνηση αυτοκινήτων και οχημάτων.

Ως μέτρα εξοικονόμησης καυσίμου μπορεί να θεωρηθούν η εισαγωγή νέων τεχνολογιών όπως νέοι κινητήρες, ηλεκτρικά αυτοκίνητα και λεωφορεία, νέου τύπου πλοία και αεροπλάνα, η παραγωγή καυσίμων όπως βιοκαύσιμα, που ουσιαστικά συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, αλλά αποτελούν παρεμβάσεις που δεν προβλέπονται δυστυχώς από την ελληνική νομοθεσία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

### ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις αρχές του 1970 έγιναν σχεδιασμοί για την ενεργειακή ζήτηση που βασίζονταν πάνω σε μακροχρόνιες προβλέψεις.[2] Οι σχεδιασμοί αυτοί υποδήλωναν αύξηση της ενεργειακής ζήτησης και οδηγούσαν σε διεύρυνση της ικανότητας παροχής ενέργειας, ειδικά για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση πυρηνικών και καύση λιγνίτη-άνθρακα. Όμως οι υπηρεσίες διαχείρισης ενέργειας δεν ακολούθησαν τα μοντέλα σχεδιασμού που αναπτύχθηκαν, εφόσον αυτά δεν ανταποκρίνονταν στην πραγματικότητα. Δημιουργήθηκε ένα κλίμα διαμόρφωσης της από πάνω προς τα κάτω προσέγγισης της ενεργειακής ανάλυσης που εμπειρείχε εναλλακτικές λύσεις τόσο για την παροχή ενέργειας όσο και την τελική χρήση ή ζήτηση φορτίου συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους αυτών.

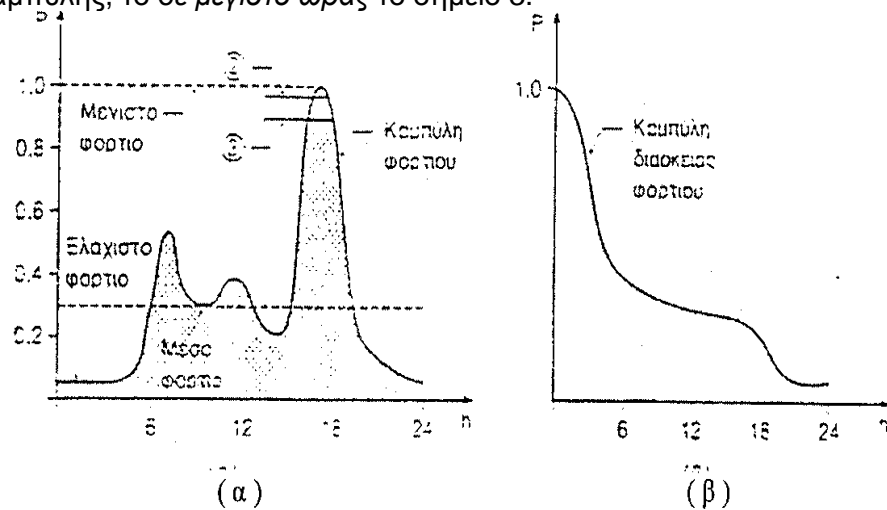
Αυτό οδήγησε σε κορεσμό πολλών ενεργειακών αγαθών και υπηρεσιών στις εκβιομηχανισμένες χώρες κάνοντας έτσι απαραίτητη την χρήση μέτρων εξοικονόμησης και τεχνικές βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης. Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια και στη βιομηχανία περιλαμβάνει από τις παρακάτω δραστηριότητες:

- Ø Την ενεργειακή επιθεώρηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης με την οποία προσδιορίζεται η υφιστάμενη κατάσταση, ενώ μέσα από τη διαγνωστική ανάλυση της προκύπτουν οι ανάγκες για τον τρόπο ορθολογικής διαχείρισης και οι οικονομικά βιώσιμες επεμβάσεις εκσυγχρονισμού.
- Ø Την ορθολογική διαχείριση και λειτουργία της ηλεκτρικής εγκατάστασης και του κύριου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, που συμβάλλει στην οικονομική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω παρεμβάσεων ελέγχου και μείωσης των περιττών φορτίων, ώστε να αποφεύγονται οι σπατάλες.
- Ø Τον εκσυγχρονισμό της ηλεκτρικής εγκατάστασης, μέσω επεμβάσεων βραχυπρόθεσμου και μεσοπρόθεσμου αποσβέσεως, οι οποίες συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης και στη βελτίωση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης. Παραδείγματα τέτοιων επεμβάσεων εκσυγχρονισμού του ηλεκτρικού συστήματος είναι: η διόρθωση του συντελεστή ισχύος με πυκνωτές, η διαχείριση των φορτίων με συστήματα αυτοματισμού, η

αντικατάσταση κινητήρων, μετασχηματιστών, λαμπτήρων ή άλλου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού με αντίστοιχο υψηλού ενεργειακού βαθμού απόδοσης, καθώς επίσης και η υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας στις θερμικές χρήσεις με εναλλακτικές επιλογές, όπως παραγωγή θερμότητας ή ψύξης από φυσικό αέριο.

## 2.2 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ - ΟΡΙΣΜΟΙ

Στο σχ.2.1α δείχνεται μία τυπική *Ημερήσια καμπύλη φορτίου*. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της καμπύλης φορτίου είναι η μέγιστη τιμή της (μέγιστο φορτίο ή μέγιστη ζήτηση). [6,7] Το βασικό αυτό μέγεθος όπως και η όλη μορφή της καμπύλης άλλωστε, εξαρτάται από το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων. Στο σχ.2.1α π.χ. αν το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων είναι πολύ μικρό (π.χ. ένα λεπτό) η καμπύλη εμφανίζεται σχεδόν ως *συνεχής*, όπως και έχει σχεδιαστεί. Αν το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων είναι αρκετά μεγάλο τότε η καμπύλη εμφανίζεται ως *βαθμωτή* με την μέση τιμή του κάθε χρονικού διαστήματος μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων. Έτσι π.χ. το *μέγιστο τετάρτου* στο σχ.2.1α θα ήταν το σημείο 2 της καμπύλης, το δε *μέγιστο ώρας* το σημείο 3.



**Σχήμα 2.1α :** ( α ) Ημερήσια καμπύλη φορτίου, ( β ) Καμπύλη διάρκειας φορτίου

Εκτός του *μεγίστου* της καμπύλης φορτίου, χαρακτηριστικό μέγεθος αποτελεί και το *ελάχιστο* φορτίο, καθώς και το *μέσο* φορτίο,

δηλαδή η μέση τιμή της καμπύλης φορτίου (βλ.Σχ.2.1α). Είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτο ότι η μορφή της ημερήσιας καμπύλης φορτίου μιας ορισμένης κατηγορίας καταναλωτών (π.χ. οικιακών, βιομηχανικών κ.λπ.) παρουσιάζει μια σχετική σταθερότητα. Στο σχ.2.1β δείχνεται η *Καμπύλη Διάρκειας* της καμπύλης φορτίου του σχ.2.1α, η οποία κατασκευάζεται κατατάσσοντας τα φορτία κατά φθίνουσα σειρά, ανεξαρτήτως της χρονικής στιγμής που παρατηρούνται. Η *Καμπύλη Διάρκειας* παρουσιάζει κυρίως ενδιαφέρον όταν δεν αφορά μια, αλλά πολλές Ημερήσιες καμπύλες φορτίου π.χ. μιας εβδομάδας, μηνός, ή έτους, οπότε γίνεται λόγος για Εβδομαδιαία, Μηνιαία, ή Ετήσια καμπύλη διάρκειας φορτίου.

Η καμπύλη φορτίου κάθε καταναλωτή είναι προφανώς το άθροισμα των απορροφουμένων ισχύων από τις συσκευές καταναλώσεως του, προέρχεται δηλαδή από το άθροισμα των *καμπυλών φορτίου* κάθε καταναλώσεως. Ακριβώς αντίστοιχα, η *Ημερήσια καμπύλη φορτίου* ενός τμήματος δικτύου (π.χ. ενός Υ/Σ) που τροφοδοτεί πολλούς καταναλωτές είναι το άθροισμα των επιμέρους καμπυλών φορτίου κάθε καταναλωτή. Ως ισχύς στις καμπύλες φορτίου μπορεί προφανώς να λαμβάνεται η ενεργός ισχύς, η άεργος, ή και η φαινόμενη, οπότε η καμπύλη χαρακτηρίζεται ανάλογα.

### 2.2.1 ΦΟΡΤΙΑ

Το φορτίο του συστήματος είναι κάθε στιγμή ίσο με το άθροισμα των φορτίων ή καταναλώσεων όλων των συσκευών, οι οποίες λειτουργούν τη στιγμή αυτή. Μερικές από τις συσκευές της καταναλώσεως ελέγχονται χειροκίνητα (ραδιόφωνα, ηλεκτρικές κουζίνες), άλλες αυτόματα (ηλεκτρικά ψυγεία) και άλλες και με τους δύο τρόπους (ηλεκτρικά σίδερα, φούρνοι).

Το μέγεθος του φορτίου εξαρτάται κυρίως από τους καταναλωτές και καλείται ζήτηση. Η ζήτηση μετριέται κυρίως σε KW ή MW και σπανιότερα σε KVA ή MVA. Μπορεί να αναφέρεται σε μία μόνο συσκευή ή εγκατάσταση, σε μία αναχώρηση γραμμής, σε ένα υποσταθμό ή σταθμό παραγωγής, καθώς και σε ολόκληρο το σύστημα. Η ηλεκτρική επιχείρηση μπορεί να επηρεάσει κάπως το φορτίο, αλλά όχι σε σημαντική έκταση. Αν το φορτίο είναι ωμικού χαρακτήρα (π.χ. φωτισμός και θέρμανση), μια μείωση στην τάση μειώνει τη ζήτηση και αντίστροφα. Το φορτίο των ηλεκτρικών κινητήρων επηρεάζεται λίγο από την τάση, αλλά μπορεί να είναι ευαίσθητο και στις μεταβολές της συχνότητας. Το μέγεθος της

ευαισθησίας εξαρτάται από τη σύνθεση των χαρακτηριστικών αυτορυθμίσεως όλων των κινητήρων που βρίσκονται σε λειτουργία μια ορισμένη στιγμή.

Τα φορτία ποικίλουν ανάλογα με το είδος τους, την ώρα, την ημέρα, την εποχή, τις καιρικές συνθήκες κλπ. Π.χ. τα βιομηχανικά και εμπορικά φορτία εμφανίζονται κατά τις εργάσιμες ημέρες και ώρες, ενώ τα αστικά έχουν έξαρση εκτός των εργάσιμων ωρών και τα φορτία κλιματισμού είναι μεγαλύτερα το καλοκαίρι. Καταστάσεις ανάγκης μπορούν να δημιουργηθούν όταν η διατιθέμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανεπαρκής για την αντιμετώπιση της ζήτησης. Τέτοιες καταστάσεις μπορούν να δημιουργηθούν από απρόβλεπτες βλάβες μιας γεννήτριας ή άλλου μέρους του εξοπλισμού ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Μείωση του φορτίου με παράλληλη μείωση της συχνότητας πιθανόν να μην υφίσταται και κάθε τοπική μείωση της τάσης μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα άεργου ισχύος. Ο πιο αποτελεσματικός και άμεσος τρόπος μείωσης του φορτίου σε κατάσταση ανάγκης είναι η *απόρριψη φορτίου*, η οποία συνίσταται στην αυτόματη αποσύνδεση ορισμένων φορτίων σύμφωνα με συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Οποιαδήποτε συσκευή καταναλώσεως που συνδέεται ή αποσυνδέεται από το δίκτυο επηρεάζει τη συχνότητα και την τάση. Ακόμη μια λάμπα φωτισμού 25W τείνει να ελαττώσει την τάση στη λήψη της. Η επίδραση μιας λάμπας 25W είναι απειροστή φυσικά και καλύπτεται από την ταυτόχρονη σύνδεση ή αποσύνδεση άλλων συσκευών σε όλο το σύστημα. Τα μεγάλα όμως βιομηχανικά φορτία, όπως ένας μεγάλος μύλος ή ένας φούρνος τόξου προκαλούν σημαντικές και απότομες διακυμάνσεις της τάσης και της συχνότητας δημιουργώντας πολλές φορές προβλήματα στη ρύθμιση των μεγεθών αυτών. Γενικά το φορτίο στα περισσότερα συστήματα είναι σχετικά απαλλαγμένο από αισθητές διακυμάνσεις τάσης κατά τη διάρκεια του 24ώρου. Σημαντικές μεταβολές παρουσιάζονται κυρίως κατά τις χαρακτηριστικές ώρες της ημέρας, δηλαδή το πρωί με το ξεκίνημα της ημέρας, την έναρξη της βιομηχανικής και της εν γένει κοινωνικής δραστηριότητας, τη μεσημβρινή διακοπή και το τέλος της ημέρας.

### **2.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ**

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, μπορούμε να προχωρήσουμε στους ακόλουθους ορισμούς που χρησιμοποιούνται ευρύτατα κατά την μελέτη των δικτύων. Οι ορισμοί αυτοί αφορούν, είτε την καμπύλη φορτίου ενός καταναλωτή, όπως διαμορφώνεται



από τις επιμέρους καταναλώσεις των διάφορων συσκευών του, είτε την καμπύλη ενός τμήματος του δικτύου διανομής, όπως διαμορφώνεται από τους καταναλωτές που τροφοδοτεί.

### 1) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ (DEMAND FACTOR)

Είναι ο λόγος της μέγιστης ζήτησης ενός συστήματος, προς το συνολικά συνδεδεμένο φορτίο αυτού. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται και γενικά, συνηθέστερα όμως για ένα καταναλωτή, οπότε ως συνολικά συνδεδεμένο φορτίο λαμβάνεται το άθροισμα των ισχύων των συσκευών κατανάλωσης. Χαρακτηρίζει το πλήθος των συσκευών που λειτουργούν ταυτόχρονα.

### 2) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (UTILIZATION FACTOR)

Είναι ο λόγος της μέγιστης ζήτησης ενός συστήματος προς την ονομαστική ικανότητα αυτού. Η ονομαστική ικανότητα του συστήματος μπορεί να είναι, είτε το θερμικό όριο φόρτισής του, είτε το καθοριζόμενο όριο πτώσης τάσης.

### 3) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ (LOAD FACTOR)

Είναι ο λόγος του μέσου φορτίου για μια ορισμένη περίοδο προς το μέγιστο φορτίο που παρουσιάστηκε στην ίδια περίοδο. Το μέσο φορτίο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας που ορίζει η καμπύλη φορτίου δια του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος. Ο ορισμός ισχύει για οποιαδήποτε χρονική περίοδο οπότε έχουμε τον Ημερήσιο, Εβδομαδιαίο, Ετήσιο κ.λπ. Συντελεστή Φορτίου.

### 4) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΙΣΜΟΥ (COINCIDENT FACTOR)

Είναι ο λόγος της μέγιστης ζήτησης μιας ομάδας φορτίων προς το άθροισμα των μεγίστων ζητήσεων κάθε ενός εκ των φορτίων. Π.χ. αν  $M_1, M_2, \dots, M_N$  το μέγιστο των φορτίων 1, 2, ..., N αντίστοιχα μιας ομάδας N φορτίων, και M το μέγιστο φορτίο της ομάδας, ο συντελεστής ταυτοχρονισμού είναι:

$$\Sigma T = \frac{M}{M_1 + M_2 + \dots + M_N} = \frac{M}{\sum_{n=1}^N M_n} \quad (2.1)$$

Είναι προφανές ότι ο συντελεστής ταυτοχρονισμού μιας ομάδας φορτίων είναι μικρότερος της μονάδας ( $\leq 1$ ) και πολλαπλασιαζόμενος επί το άθροισμα ανεξάρτητων μεγίστων  $\sum_{n=1}^N M_n$

δίνει το μέγιστο της ομάδας.

Το αντίστροφο του συντελεστή ταυτοχρονισμού ονομάζεται *Συντελεστής Ετεροχρονισμού* (Diversity Factor). Από την (2.1) προκύπτει:

$$M = (\Sigma T)M_1 + (\Sigma T)M_2 + \dots + (\Sigma T)M_N \quad (2.2)$$

Σημειώνεται ότι το γινόμενο του Συντελεστή Ταυτοχρονισμού ( $\Sigma T$ ) πολλαπλασιαζόμενο με το μέγιστο ενός φορτίου (π.χ. το  $M_N$  του φορτίου  $N$ ), ήτοι το  $(\Sigma T)M_N$ , δίνει τη συμμετοχή στο μέγιστο του αντίστοιχου φορτίου  $N$ .

## 2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το πρώτο στάδιο στην προσπάθεια εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση των ηλεκτρικών συστημάτων.[2] Η επιθεώρηση εξετάζει και καταγράφει λεπτομερώς τη λειτουργία και το κόστος του ηλεκτρικού συστήματος.

∅ Αντικειμενικός στόχος μιας ενεργειακής επιθεώρησης είναι:

- Η καταγραφή της κατανάλωσης και του τρόπου χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η κατάστρωση του ενεργειακού ισοζυγίου του ηλεκτρικού συστήματος.
- Η τεκμηρίωση για τη μορφή και τα χαρακτηριστικά της κατανάλωσης και τις επιπτώσεις τους στη λειτουργία των τιμολογίων της επιχείρησης ηλεκτρισμού.
- Ο προσδιορισμός του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως αυτό διαμορφώνεται μέσα από το συμφωνημένο τιμολόγιο της επιχείρησης ηλεκτρισμού.

Βάσει των παραπάνω στοιχείων και αναλύσεων εντοπίζονται τα φορτία, οι περιοχές και ο εξοπλισμός που προσφέρονται για επεμβάσεις που θα συμβάλουν ουσιαστικά στη βελτίωση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης του συνόλου της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και στη μείωση της σπατάλης της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι επεμβάσεις επιλέγονται σε καθαρά οικονομική βάση, με κύριο κριτήριο τη σε εύλογο χρονικό διάστημα ανάκτηση του αρχικού κεφαλαίου της επένδυσης μέσω της προκύπτουσας μείωσης των λειτουργικών δαπανών.

### 2.3.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα βασικά χαρακτηριστικά της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτώνται άμεσα από τη χρήση της και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στα κτίρια και τις βιομηχανίες. Η καταγραφή του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και της χρήσης του είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης κατά κατηγορία τελικής χρήσης. Λεπτομέρειες διαδικασιών ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής ενεργειακών μεγεθών παρουσιάζονται λεπτομερώς στους οδηγούς του ΚΑΠΕ [2]. Τα βασικά χαρακτηριστικά που καταγράφονται αναφορικά με την τελική χρήση ηλεκτρισμού και τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό είναι:

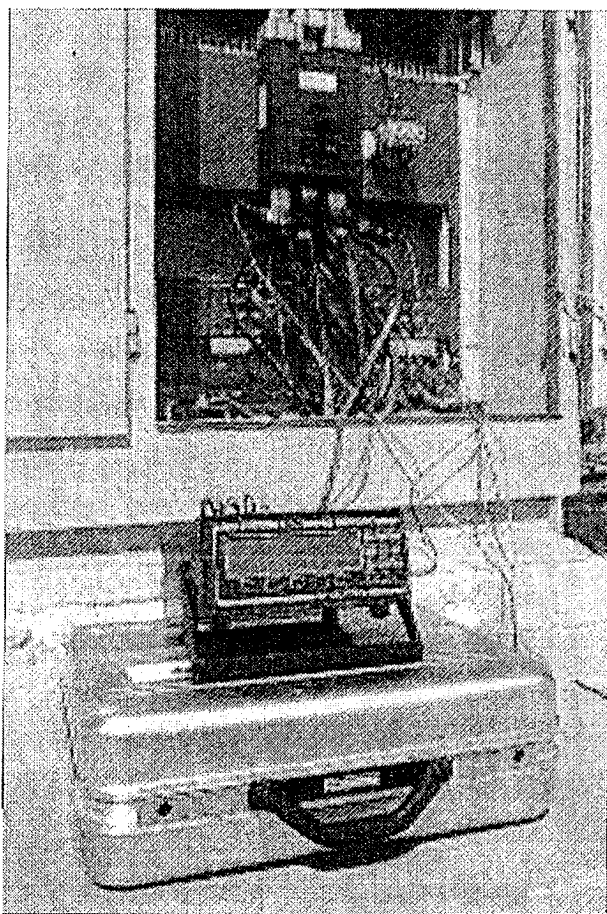
- Ø Τελική χρήση ηλεκτρικής ενέργειας (κατανάλωση και κατανομή φορτίου):
  - Στα δίκτυα φωτισμού.
  - Στους κινητήρες γενικής χρήσης.
  - Στο σύστημα κλιματισμού.
  - Στα αντλιοστάσια.
  - Στις ψυκτικές μηχανές.
  - Στους αεροσυμπιεστές.
  - Στις θερμικές διεργασίες, κ.λπ.
- Ø Τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, όπως για:
  - Τους λαμπτήρες (ισχύς, τύπος, τάση,  $\cos\phi$ , φωταψία).
  - Τους κινητήρες (ισχύς, τύπος, τάση,  $\cos\phi$ , σύστημα ελέγχου, τρόπος εκκίνησης).
  - Τους μετασχηματιστές (ισχύς, τύπος, τάση,  $\cos\phi$ , συνδεσμολογία, απώλειες).
  - Τους πίνακες διανομής (ισχύς, ασφάλειες, προστασία).
  - Τα δίκτυα (φωτισμού, κινητήρων, γενικών παροχών, διεργασιών).
  - Τα κεντρικά συστήματα ελέγχου (σημεία ελέγχου, διαδικασίες, λογικά διαγράμματα).

Η καταγραφή των καταναλώσεων γίνεται για μια χρονική περίοδο ομαλής και τυπικής λειτουργίας των εγκαταστάσεων και ικανής διάρκειας, έτσι ώστε να είναι δυνατός ο συσχετισμός των μετρήσεων με τις περιοδικές μετρήσεις κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και τους λογαριασμούς της ΔΕΗ.

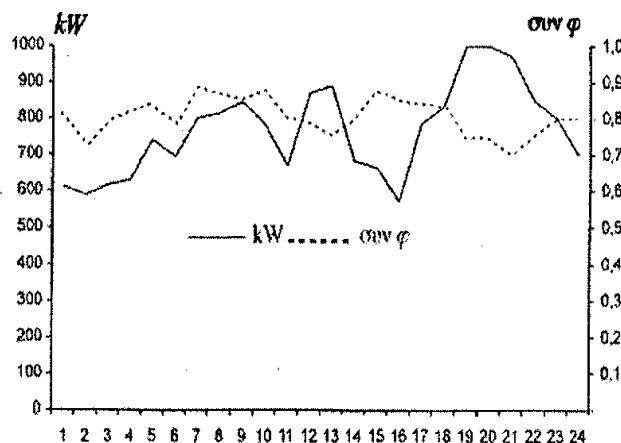
Η καταγραφή των χαρακτηριστικών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (KWh, KW, V ανά φάση, A ανά φάση και συνφ) γίνεται με

αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας (βλ.Σχ.2.2), ενώ τα δεδομένα καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή σε άλλο μέσο αποθήκευσης δεδομένων. Τυπικές καταμετρήσεις απορρόφησης ηλεκτρικής ισχύος και μεταβολής του συντελεστή ισχύος ( $\cos\phi$ ), κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας για ένα μεγάλο κτίριο παροχής υπηρεσιών (βλ.Σχ.2.3).

Η καταγραφή των καταναλώσεων και των λειτουργικών χαρακτηριστικών του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, συμβάλλουν στη διάθρωση του ενεργειακού ισοζυγίου του ηλεκτρικού συστήματος, στον εντοπισμό των προβλημάτων στη λειτουργία του εξοπλισμού, καθώς και στην ανίχνευση περιπτώσεων υπερδιαστασιολόγησης του βασικού εξοπλισμού, κυρίως των κινητήρων και των μετασχηματιστών.



**Σχήμα 2.2** – Αναλυτής μετρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 2.3 – Καταμέτρηση μέσης ωριαίας απορρόφησης ισχύος & διακύμανσης σινφ

### 2.3.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

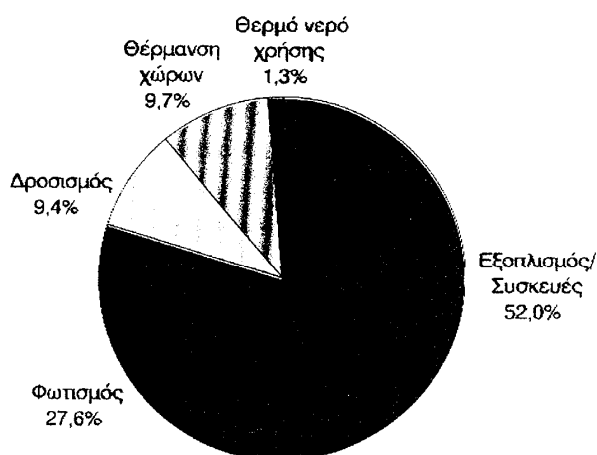
Η σύνταξη του ενεργειακού ισοζυγίου του ηλεκτρικού συστήματος συνεπάγεται τον προσδιορισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το σημείο παροχής της επιχείρησης ηλεκτρισμού μέχρι την τελική χρήση. Η διαδικασία σύνταξης του ισοζυγίου κατανάλωσης ηλεκτρισμού συνίσταται σε γενικές γραμμές στα παρακάτω:

- ∅ Περιγραφή χρήσης κτιρίου ή παραγωγικής διαδικασίας:
  - Απαιτήσεις σε ηλεκτρισμό ( $\cos\phi$ ).
  - Εξοπλισμός που χρησιμοποιείται κατά χρήση και διεργασία.
  - Διάρκεια λειτουργίας εξοπλισμού και χρονική κατανομή.
- ∅ Σύνταξη ενεργειακού ισοζυγίου ανά δεδομένη χρονική περίοδο:
  - Επιμέρους κατανάλωση ηλεκτρισμού για το βασικό εξοπλισμό και για το σύνολο του εξοπλισμού.
  - Προσδιορισμός της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας για κάθε δραστηριότητα ή διεργασία.
  - Υπολογισμός απωλειών επιμέρους υποσυστημάτων.

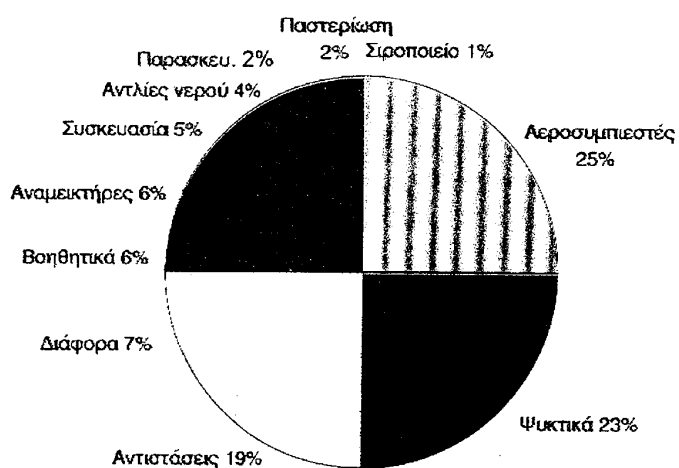
Οι βασικές προτάσεις για σωστή διαχείριση, νοικοκύρεμα και εκσυγχρονισμό ενός ηλεκτρικού συστήματος, προκύπτουν από εκτεταμένη ανάλυση του ενεργειακού ισοζυγίου.

Στο σχ.2.4 που ακολουθεί παρουσιάζεται μια τυπική κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση σε ένα κτίριο γραφείων, ενώ στο σχ.2.5 παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανάλωση ηλεκτρισμού σε μια βιομηχανία εμφιάλωσης αναψυκτικών.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι απαραίτητα για τον προσδιορισμό των σημείων παρέμβασης και της εκτίμησης της οικονομικής παρέμβασης.



Σχήμα 2.4 – Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού σε κτίριο γραφείων.



Σχήμα 2.5 – Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού σε βιομηχανία εμφιαλώσεως.

### 2.3.3 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΙ ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΟΡΦΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Η μορφή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, σε ημερήσια και μηνιαία βάση, παίζει καθοριστικό ρόλο στην κοστολόγησή της, δεδομένου ότι η ΔΕΗ, στα τιμολόγια μέσης και υψηλής κατανάλωσης στον εμπορικό και βιομηχανικό τομέα, χρεώνει ενέργεια, ισχύ και  $\cos\phi$ .

Όπως παρουσιάζεται σε επόμενη ενότητα, σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχουν σημαντικά περιθώρια μείωσης της απορρόφησης ισχύος κατά τις ώρες αιχμής, κατά τη διάρκεια των οποίων τα τιμολόγια της ΔΕΗ είναι υψηλότερα.

Σε περίπτωση που δεν καταγράφεται η ημερήσια ζήτηση, είναι δυνατή η σύνθεση των ημερήσιων ωριαίων καταναλώσεων, γνωρίζοντας τη χρήση των κτιρίων κατά τη διάρκεια κανονικών εργασιμών ημερών ή, στην περίπτωση των βιομηχανιών, την ημερήσια παραγωγική διαδικασία. Τα βασικά στοιχεία απαιτούνται για τη σύνθεση των τυπικών ωριαίων καμπυλών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για μια δεδομένη χρονική περίοδο, είναι:

- Ø Η ημερήσια χρήση και λειτουργία του εξοπλισμού και η παραγωγική διαδικασία.
- Ø Το φορτίο αιχμής (P, σε KW).
- Ø Η συνολική μηνιαία κατανάλωση (E, σε KWh).
- Ø Ο Συντελεστής Φορτίου σε μηνιαία βάση (%), ο οποίος ορίζεται ως

$$\Sigma\Phi = \frac{E}{Ph} 100\%$$

Όπου h το σύνολο των ωρών του δεδομένου μήνα.

Με βάση τις τυπικές καμπύλες ωριαίας απορρόφησης ισχύος, μηνιαίας κατανάλωσης και το ενεργειακό ισοζύγιο του ηλεκτρικού συστήματος, προσδιορίζονται τα κύρια σημεία του ηλεκτρικού συστήματος όπου ενδείκνυται να γίνουν επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

### 2.3.4 ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η διάρθρωση των τιμολογίων της ΔΕΗ αντανακλά την επιβάρυνση κάθε κατηγορίας ηλεκτρικής κατανάλωσης και την επιρροή τους στη διαμόρφωση της συνολικής καμπύλης ζήτησης ηλεκτρισμού της ΔΕΗ.

Έτσι, οι ομάδες καταναλωτών που αυξάνουν τη ζήτηση κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής του ηλεκτρικού συστήματος παραγωγής, επιβαρύνονται στην τιμολόγησή τους, ενώ οι

καταναλωτές σε ώρες χαμηλού φορτίου απολαμβάνουν σημαντικές ελαφρύνσεις.

Η ανάλυση της κοστολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τα ισχύοντα τιμολόγια της ΔΕΗ, αποτελεί διαδικασία πρώτης προτεραιότητας στα αρχικά στάδια εφαρμογής ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα μεγάλο εμπορικό κτίριο ή σε μια βιομηχανία.

Τα κύρια σημεία που εξετάζονται σε μια αναλυτική ανασκόπηση της κοστολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε μια εγκατάσταση είναι:

∅ Σε ό,τι αφορά τα ισχύοντα τιμολόγια της ΔΕΗ:

- Αιτιολόγηση ισχύοντος τιμολογίου.
- Χρέωση ενέργειας.
- Χρέωση ισχύος και επιβάρυνση χαμηλού  $\cos\phi$ .

∅ Σε ό,τι αφορά τη μηνιαία χρέωση ηλεκτρισμού:

- Εξέταση προηγούμενων λογαριασμών.
- Μέση χρέωση (ισχύς, ενέργεια και επιβαρύνσεις εκφρασμένα σε  $\delta\rho\chi/kWh$ ).
- Χρέωση ενέργειας ( $\delta\rho\chi/μήνα$ ).
- Χρέωση ισχύος ( $\delta\rho\chi/μήνα$ ).
- Χρέωση επιβάρυνσης ( $\delta\rho\chi/μήνα$ ).

∅ Σε ό,τι αφορά το ειδικό κόστος ανά μονάδα παροχής υπηρεσιών ή παραγόμενου προϊόντος:

- Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας στο λειτουργικό κόστος κτιρίων ή στο κόστος παραγωγής των προϊόντων.
- Υπολογισμός του ειδικού κόστους κατανάλωσης ηλεκτρισμού.

Σημειώνεται ότι η προσαρμογή της λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος στους όρους των τιμολογίων της ΔΕΗ ή η υπαγωγή του σε άλλο καταλληλότερο τιμολόγιο συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση των λειτουργικών δαπανών των εμπορικών κτιρίων και των βιομηχανιών, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 1, η βασική διαφοροποίηση μεταξύ των τιμολογίων μέσης τάσης της ΔΕΗ έγκειται στο ύψος χρέωσης της ενέργειας και της ισχύος. Η επιλογή του οικονομικότερου τιμολογίου εξαρτάται άμεσα από τη μορφή της κατανάλωσης.



**Πίνακας 1** - Τιμολόγια πωλήσεων Δ.Ε.Η. σε καταναλωτές μέσης τάσης.

<b>Μηνιαίες Χρεώσεις Ισχύος, Ενέργειας &amp; συνφ</b>		<b>Εμπορικό</b>	<b>Βιομηχανικό</b>	
- Ισχύς :	- Χρεωστέα Ζήτηση (XZ) σε δρχ./kW	<b>B1</b> 2678	<b>B1 B</b> 2133	
- Ενέργεια:	- οι πρώτες 400 kWh ανά kW μέγιστης ζήτησης (MZ) σε δρχ./kWh	15,95	12,61	
	- οι υπόλοιπες kWh σε δρχ./ kWh	10,56	8,37	
- Ελάχιστη χρέωση για XZ ≤ 5 kW (δρχ./μήνα)		61344	48885	
- Ελάχιστη χρέωση για XZ ≥ 5 kW (δρχ./μήνα)		612(XZ-5)+61344	487(XZ-5)+48885	
		<b>B2</b>	<b>B2 B</b>	
- Ισχύς:	- Χρεωστέα Ζήτηση (XZ) σε δρχ./kW	965	773	
- Ενέργεια:	- όλες οι kWh σε δρχ./ kWh	20,88	16,50	
- Ελάχιστη χρέωση για XZ ≤ 5 kW (δρχ./μήνα)		61344	48885	
- Ελάχιστη χρέωση για XZ ≥ 5 kW (δρχ./μήνα)		612(XZ-5)+61344	487(XZ-5)+48885	
<b>Βασικοί Ειδικοί Όροι Τιμολογίων B1, B2, B1B &amp; B2B</b>				
α. $XZ=MZ(0,80/συνφ)$ , αν $συνφ \leq 0,80$ $XZ=MZ(0,85/συνφ)$ , αν $συνφ \geq 0,85$ $XZ=MZ$ , αν $0,80 < συνφ < 0,85$				
β. Αν ο συντελεστής χρησιμοποίησης είναι μεγαλύτερος από 30%, γίνεται μείωση της χρέωσης ισχύος ίση με $[50-50(MA/MZ)] \%$ , όπου MZ η καταγραφείσα μέγιστη ζήτηση ισχύος και MA η μέγιστη ζήτηση ισχύος κατά τις ώρες αιχμής.				
<b>Βιομηχανικά Πολυζωνικά Τιμολόγια Μέσης Τάσης : Συμφωνημένη Ισχύς <sup>3</sup> 3 MW</b>				
<b>Ζώνη Κατανάλωσης :</b>		<b>Αιχμής</b>	<b>Ημέρας</b>	<b>Νύχτας</b>
- Χρέωση Ισχύος (δρχ./kW- μήνα)				
<b>Τιμολόγιο B15B</b>		2743	1646	274
<b>Τιμολόγιο B25B</b>		1196	718	120
- Χρέωση Ενέργειας (δρχ./kWh)				
<b>Τιμολόγιο B15B</b>		18,93	9,68	7,16
<b>Τιμολόγιο B25B</b>		25,99	13,29	9,83
- Χρέωση αέργου ενέργειας : 1,97δρχ./κνΑππ				

Έτσι, καταναλώσεις στον εμπορικό και βιομηχανικό τομέα με χαμηλό συντελεστή φορτίου είναι προτιμότερο να κοστολογούνται με υψηλότερη χρέωση ενέργειας και σχετικά χαμηλότερη χρέωση ισχύος, ενώ το αντίθετο ισχύει για καταναλώσεις με υψηλό συντελεστή φορτίου.

## 2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σημαντική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της σωστής διαχείρισης και του νοικοκυρέματος των ηλεκτρικών συστημάτων των κτιρίων του εμπορικού τομέα και των βιομηχανιών. [2] Οι βασικές παρεμβάσεις διαχείρισης και

νοικοκυρέματος σε ένα ηλεκτρικό σύστημα μπορεί να αφορούν μεταξύ άλλων:

- Ø Την εφαρμογή απλών μέτρων νοικοκυρέματος.
- Ø Τη συντήρηση του βασικού εξοπλισμού.
- Ø Την οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος.

Σημειώνεται ότι η επιπρόσθετη δαπάνη για τη διαχείριση και το νοικοκύρεμα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων είναι μηδαμινή σε σύγκριση με τη μείωση των μηνιαίων λογαριασμών της ΔΕΗ.

#### **2.4.1 ΑΠΛΑ ΜΕΤΡΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΕΜΑΤΟΣ**

Με βάση τα αποτελέσματα και συμπεράσματα της ενεργειακής επιθεώρησης, προσδιορίζονται οι κύριες απώλειες και οι σπατάλες στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Σε ό,τι αφορά τον περιορισμό στις σπατάλες, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των περιπτώσεων καταναλώσεων και ο περιορισμός ή η απάλειψη τους. Μέτρα που συνεισφέρουν σ' αυτή την κατεύθυνση είναι:

- Ø Το σβήσιμο λαμπτήρων, σε χώρους που δε χρησιμοποιούνται ή εκεί που ο συνδυασμός φυσικού και τεχνητού φωτισμού υπερβαίνει τις απαιτήσεις.
- Ø Ο έλεγχος των θερμοκρασιών και της κατάστασης λειτουργίας των κλιματιστικών.
- Ø Η διακοπή λειτουργίας των κινητήρων, όταν λειτουργούν εν κενώ.
- Ø Η απόζευξη των αυτομετασχηματιστών, όταν λειτουργούν εν κενώ.

Επιπροσθέτως, σε περιπτώσεις που διαπιστώνονται υπερδιαστασιολογήσεις των ηλεκτρικών μηχανών και συσκευών, είναι σκόπιμη η κατάστρωση στρατηγικού σχεδίου ως προς τη σειρά φόρτισής τους.

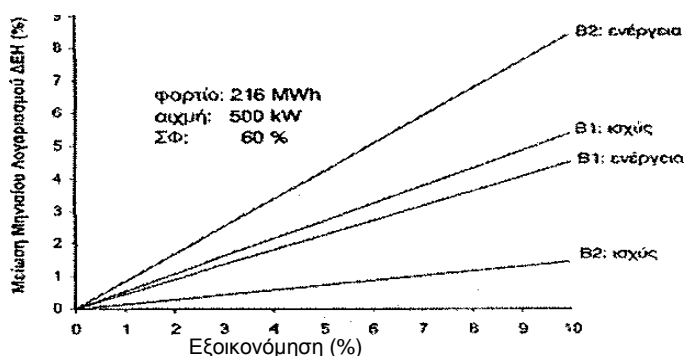
Υπερδιαστασιολογήσεις παρουσιάζονται συνήθως στις παρακάτω κατηγορίες εξοπλισμού:

- Ø Κινητήρες γενικής χρήσης.
- Ø Δίκτυα φωτισμού και λαμπτήρες.
- Ø Κεντρικά συστήματα κλιματισμού.
- Ø Ψυγεία.
- Ø Αεροσυμπιεστές.

Δεδομένου ότι οι παραπάνω παρεμβάσεις δεν απαιτούν επενδύσεις, αλλά διοικητικού χαρακτήρα ενέργειες, αποφασιστικό ρόλο στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στα μεγάλα κτίρια του εμπορικού τομέα και στη βιομηχανία έχει ο εντεταλμένος από τη διοίκηση διαχείρισης ενέργειας, ο οποίος οφείλει να εκτελεί

ενεργειακές επιθεωρήσεις ή / και να συνεργάζεται στενά με την ομάδα που εκπονεί τη ενεργειακή επιθεώρηση.

Η σπουδαιότητα της μείωσης της κατανάλωσης (εξοικονόμηση ενέργειας και ισχύος) μέσω απλών μεθόδων νοικοκυρέματος και των σχετικών επιπτώσεων στους μηνιαίους λογαριασμούς της ΔΕΗ παρουσιάζεται στο σχ.2.6.



**Σχήμα 2.6** - Μείωση μηνιαίου λογαριασμού μέσω παρεμβάσεων νοικοκυρέματος.

## 2.4.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και του βασικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού εξασφαλίζει την ομαλή και οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος. Η συντήρηση κατατάσσεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

Ø Έκτακτη συντήρηση λόγω βλαβών:

- Στο σύστημα διανομής.
- Στον εξοπλισμό.

Ø Προγραμματισμένη και προληπτική συντήρηση:

- Έλεγχος και επισκευή λόγω ασφάλειας και κανονισμών.
- Οικονομική λειτουργία.

Γενικότερα, βλάβες στο ηλεκτρικό σύστημα που οφείλονται στην κακή συντήρηση προκαλούν δυσμενείς οικονομικές επιπτώσεις στις επιχειρήσεις, λόγω της διακοπής παροχής υπηρεσιών ή της διακοπής της παραγωγής και των δαπανών αποκατάστασης της βλάβης σε μη προβλέψιμο χρονικό διάστημα.

Ο προγραμματισμός της συντήρησης πρέπει να γίνεται σε λειτουργική και οικονομική βάση, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος συντήρησης, να μην επηρεάζεται η ποιότητα των

παρεχομένων υπηρεσιών και να αποφεύγεται η μείωση της παραγωγής στη βιομηχανία λόγω βλαβών.

Προληπτική συντήρηση πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ιδιαίτερα σε εξοπλισμό, που με βάση στατιστικά στοιχεία, παρουσιάζεται μεγάλη συντήρηση βλαβών, όπως ηλεκτρικές αντιστάσεις ή ηλεκτρικοί λέβητες, περνάει σε δεύτερη σειρά στον κατάλογο προτεραιοτήτων συντήρησης.

Βασικά σημεία, που πρέπει να ελέγχονται και να επισκευάζονται κατά κατηγορία εξοπλισμού, όταν κρίνεται αναγκαίο ή σκόπιμο είναι τα εξής:

∅ Στους ηλεκτρικούς κινητήρες:

- Ευθυγράμμιση αξόνων κινητήρα και φορτίου.
- Έλεγχος ηλεκτρικών επαφών.
- Καθαρισμός.
- Λίπανση εδράνων.
- Αλλαγή φθαρμένων εδράνων.
- Σύσφιξη ιμάντων.
- Έλεγχος συμμετρίας τριφασικών παροχών.
- Έλεγχος υψηλών ή χαμηλών τάσεων παροχής και ανάλογη διόρθωση.
- Έλεγχος και καθαρισμός περιελίξεων ή αλλαγή τους σε περίπτωση φθοράς.

∅ Στους ηλεκτρικούς λέβητες:

- Έλεγχος ηλεκτρικών επαφών και καθαρισμός.
- Έλεγχος ηλεκτρονόμων.
- Έλεγχος ηλεκτρικών αντιστάσεων για επικαθίσεις και αντικατάσταση, όταν κρίνεται απαραίτητο.
- Έλεγχος συστημάτων ελέγχου για ομαλή λειτουργία, απαραίτητες ρυθμίσεις.
- Έλεγχος τάσης.

∅ Στο φωτισμό:

- Καθαρισμός ή αλλαγή λαμπτήρων.
- Αλλαγή στραγγαλιστικών πηνίων και εκκινητών, στους λαμπτήρες φθορισμού.

∅ Στα κέντρα ελέγχου:

- Καθαρισμός διακοπών.
- Έλεγχος τερματικών.
- Έλεγχος και αλλαγή επαφών.
- Έλεγχος λειτουργίας ηλεκτρονόμων

Η συντήρηση του εξοπλισμού πρέπει να γίνεται στα προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα, λαμβάνοντας υπόψη τις

απαιτήσεις στη λειτουργία των κτιρίων ή το πρόγραμμα παραγωγής στις βιομηχανίες. Επίσης είναι απαραίτητη η καταγραφή της συντήρησης μετά την αποπεράτωση των εργασιών, έτσι ώστε να υπάρχει το ιστορικό του εξοπλισμού και κατά περιόδους, εάν κρίνεται αναγκαίο, να αναθεωρείται το πρόγραμμα συντήρησης με βάση την προαναφερόμενη λογική.

### **2.4.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Αντικειμενικός στόχος των προγραμμάτων διαχείρισης του ηλεκτρικού συστήματος ενός κτιρίου του εμπορικού τομέα, του τομέα παροχής υπηρεσιών ή μιας βιομηχανίας, είναι η μείωση του κόστους λειτουργίας του, χωρίς να προκύπτουν δυσμενείς επιπτώσεις στις βασικές λειτουργίες του κτιρίου ή της βιομηχανίας.

Η οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διαχείρισης των φορτίων και της επιλογής καταλληλότερου τιμολογίου, συναρτήσει της μορφής και του μεγέθους της κατανάλωσης.

### **2.4.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ**

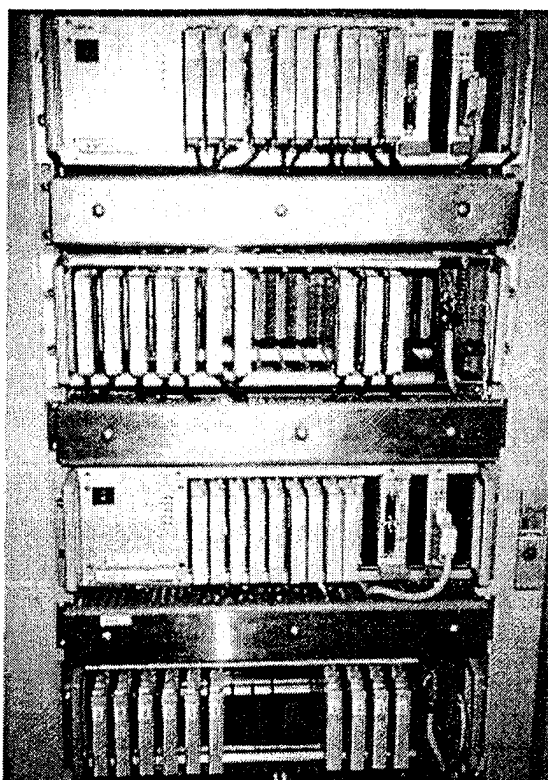
Από τα συμπεράσματα της ενεργειακής επιθεώρησης είναι πιθανό να προσδιοριστούν περιπτώσεις, όπου προσφέρονται δυνατότητες παρέμβασης στη διαμόρφωση της καμπύλης των ωριαίων και των μηνιαίων φορτίων, με βασικό στόχο τη βελτίωση του συντελεστή φορτίου. Τέτοιες δυνατότητες παρέμβασης είναι εφικτές μέσω:

- Ø Του ελέγχου των βασικών φορτίων, ώστε να επιτευχθεί:
  - Ετεροχρονισμός φορτίων.
  - Μείωση της αιχμής.
- Ø Του προγραμματισμού των δευτερευόντων φορτίων, δηλαδή των φορτίων στα:
  - Υποσυστήματα αερισμού.
  - Συστήματα δροσισμού.
  - Ηλεκτρικές αντιστάσεις.
  - Ανεμιστήρες παροχής και αναρρόφησης αέρα.
  - Αεροσυμπιεστές

Ο ετεροχρονισμός των ηλεκτρικών φορτίων μπορεί να επιτευχθεί μέσω:

- Ø Σωστού προγραμματισμού των φορτίων και χειροκίνητης διακοπής αυτών.

- Ø Χρονοδιακόπτες.
- Ø Ωρομετρητών σε συνεργασία με ενδεικτικούς λαμπτήρες ή συναγερμό.
- Ø Κεντρικού ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και επεμβάσεων μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (σχ.2.7).



**Σχήμα 2.7** - Κεντρικά συστήματα ελέγχου και διαχείρισης ηλεκτρικών φορτίων.

Σημειώνεται ότι, με εξαίρεση την εγκατάσταση κεντρικού ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και επεμβάσεων με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, το επενδυτικό κόστος των υπολοίπων μεθόδων απαιτεί μικρού έως μεσαίου μεγέθους επενδύσεις.

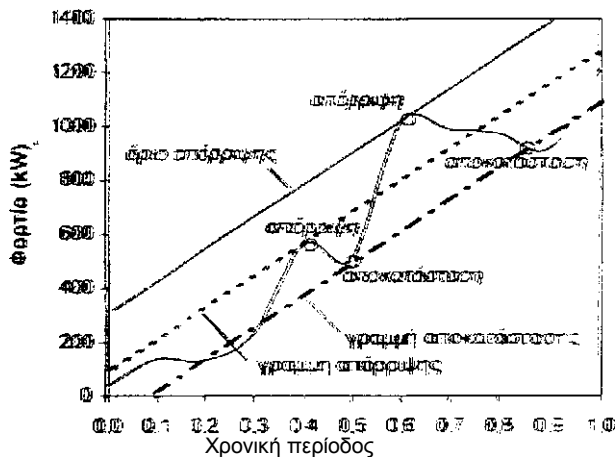
Ο έλεγχος των ηλεκτρικών φορτίων, δηλαδή η απόρριψη και η αποκατάσταση αυτών στο ηλεκτρικό δίκτυο, γίνεται με την παρακάτω λογική:

- Ø Βαθμιαία.
- Ø Προληπτικά.
- Ø Ακαριαία.
- Ø Μετά από τοπικό έλεγχο μέσω του συστήματος παρακολούθησης.
- Ø Μετά από κεντρικό έλεγχο μέσω του συστήματος παρακολούθησης.

Ο προγραμματισμός απόρριψης και αποκατάστασης των φορτίων μέσω υπολογιστή και ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται, εξαρτάται από τη χρήση και τη λειτουργία των κτιρίων ή από τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας βιομηχανικής παραγωγικής διαδικασίας.

Η σύνταξη των προδιαγραφών του κεντρικού συστήματος ελέγχου και διαχείρισης φορτίων προϋποθέτει τη σε βάθος γνώση της υφιστάμενης λειτουργίας και χρήσης των κτιρίων ή των παραγωγικών διαδικασιών στη βιομηχανία.

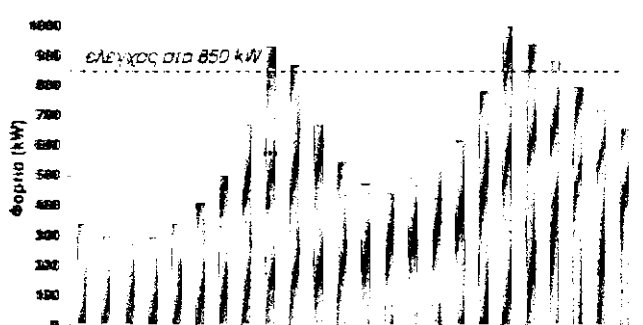
Στο σχ.2.8 παρουσιάζεται μια τυπική διαδικασία απόρριψης και αποκατάστασης ηλεκτρικών φορτίων με στόχο τη βελτίωση του συντελεστή φορτίου.



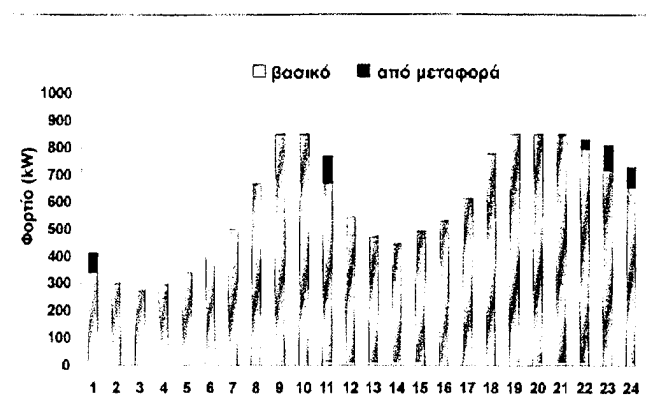
**Σχήμα 2.8** - Λειτουργία κεντρικού συστήματος ελέγχου και διαχείρισης ηλεκτρικών φορτίων.

Ως κύριο κριτήριο για τη διαδικασία αυτή λαμβάνεται το κρίσιμο σημείο εφαρμογής του τιμολογίου της ΔΕΗ, δηλαδή το σημείο από το οποίο και επάνω η ειδική χρέωση του τιμολογίου αυξάνεται.

Η επίδραση από τη διαχείριση των μέσων ωριαίων ηλεκτρικών φορτίων μιας τυπικής βιομηχανίας παρουσιάζεται στα σχ.2.9 και 2.10. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο έλεγχος του φορτίου γίνεται στα 850kW και τα δευτερεύοντα φορτία μπορούν να μεταφερθούν σε ώρες με μικρότερη κατανάλωση.



**Σχήμα 2.9** - Ημερήσια κατανάλωση τυπικής εργάσιμης μέρας σε βιομηχανία ( $\Sigma\Phi = 60\%$ ) και έλεγχος φορτίων στα 850 KW.



**Σχήμα 2.10** - Ημερήσια κατανάλωση τυπικής εργάσιμης μέρας σε βιομηχανία με διαχείριση φορτίων ( $\Sigma\Phi = 70\%$ ).

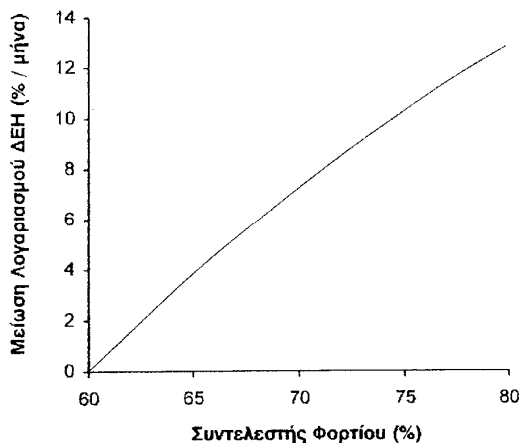


Η μετατόπιση του φορτίου έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση του συντελεστή φορτίου από 60% σε 70%. Η βελτίωση αυτή ελαφρύνει το μηνιαίο τιμολόγιο της ΔΕΗ κατά 8% (πίνακας 2). Η μείωση των μηνιαίων λογαριασμών της ΔΕΗ συναρτίζεται της βελτίωσης του συντελεστή φορτίου, για το συγκεκριμένο παράδειγμα, παρουσιάζεται στο σχ.2.11.

**Πίνακας 2** - Μεταβολή μηνιαίου λογαριασμού Δ.Ε.Η. με βελτίωση του ΣΦ από 60% σε 70%.

<b>Χρέωση</b>	<b>Χωρίς Διαχείριση</b>	<b>Με Διαχείριση</b>
Ισχύος	2133000	1813050
Ενέργειας	5330673	5076273
Σύνολο	7463673	6889323
<b>Μείωση Λογαριασμού</b>		<b>574350 (8%)</b>

Η αυτοματοποίηση του ελέγχου και της διαχείρισης των ηλεκτρικών φορτίων, εκτός από τη βελτίωση του συντελεστή φορτίου και την επακόλουθη μείωση των μηνιαίων λογαριασμών της ΔΕΗ, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της ειδικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, στη μείωση των αναγκών συντήρησης του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού κα στην αποδέσμευση εργατικού δυναμικού από αυτές τις υποχρεώσεις.

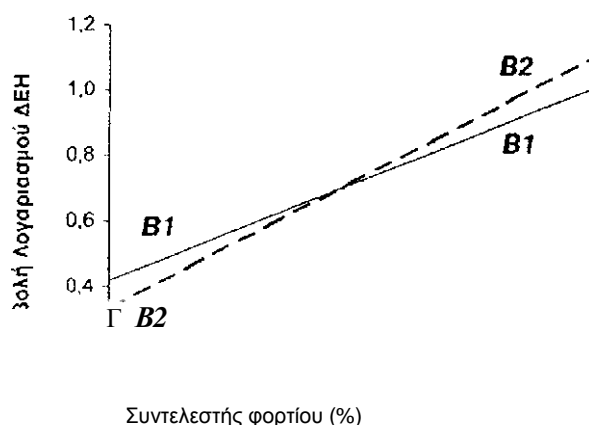


**Σχήμα 2.11** - Μείωση μηνιαίου λογαριασμού Δ.Ε.Η. συναρτίζεται της βελτίωσης του συντελεστή φορτίου.

### 2.4.5 ΑΛΛΑΓΗ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ ΔΕΗ

Η μορφή της καμπύλης ημερήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού, καθώς και η βελτίωση του συντελεστή φορτίου, είναι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μια αναθεώρηση των συμφωνημένων, μεταξύ της ΔΕΗ και του καταναλωτή τιμολογίων. Στο σχ.2.12 παρουσιάζεται η μεταβολή των τιμολογίων γενικής χρήσης της ΔΕΗ,  $B_1$  και  $B_2$ , συναρτήσει του μηνιαίου συντελεστή φορτίου, θεωρώντας ότι η χρεωστέα ζήτηση ισούται με τη μέγιστη μετρηθείσα τιμή της (δεν λαμβάνεται υπόψη το  $\cos\phi$ ).

Η ανάλυση των υφιστάμενων τιμολογίων μιας δεδομένης εφαρμογής εκπονεύεται για το σύνολο του έτους, συνυπολογίζοντας τις μηνιαίες διακυμάνσεις της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και της απορρόφησης ισχύος, ενώ λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και οι μέσες μηνιαίες τιμές του  $\cos\phi$ , όπως ορίζεται στον πίνακα 1.



**Σχήμα 2.12** – Μεταβολή μηνιαίου λογαριασμού Δ.Ε.Η. συναρτήσει του ΣΦ.

## **2.4.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

### **2.4.6.1 Ο ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ Η ΑΠΟΤΥΧΙΑ ΤΟΥ**

Η πολύπλοκη φύση του σύγχρονου ενεργειακού σχεδιασμού που πρέπει να ικανοποιεί πολλαπλούς στόχους οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς, απαιτεί την εφαρμογή ενός σχεδιασμού που θα ολοκληρώνει αυτούς τους συχνά αντικρουόμενους στόχους λαμβάνοντας υπ' όψιν το πιθανό εύρος των παραδοσιακών και εναλλακτικών πηγών ενέργειας.[10]

Ο παραδοσιακός ενεργειακός σχεδιασμός επιζητούσε να επεκτείνει τους πόρους παροχής ενέργειας, έτσι ώστε να προλαμβάνει την αύξηση της ζήτησης μειώνοντας το κόστος αυτής της επέκτασης. Αυτό οδήγησε τη διεθνή στρατηγική σε μια ταχύτατη διεύρυνση της παραγωγικής ικανότητας και σε προώθηση της ζήτησης χωρίς όμως να δίνει ιδιαίτερο βάρος στην αναγκαιότητα και στην απόδοση της ενεργειακής χρήσης. Η κλασική μέθοδος ανάπτυξης ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται στην ακόλουθη μεθοδολογία:

1. Εύρεση μελλοντικού φορτίου μεσοπρόθεσμα-μακροπρόθεσμα με βάση την τοπολογία του δικτύου μεταφοράς.
2. Εύρεση απαραίτητων νέων μονάδων παραγωγής με τεχνοοικονομικά κριτήρια.
3. Εγκατάσταση των νέων μονάδων.
4. Επέκτασης δικτύου μεταφοράς.
5. Επέκταση δικτύου διανομής και λοιπών στοιχείων.

Αυτή όμως η μεθοδολογία δε χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές και τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, με συνέπεια να μην ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ενεργειακές και περιβαλλοντικές ανάγκες του ανθρώπου. Γι' αυτό είναι αναγκαίο το λεγόμενο «ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού».

### **2.4.6.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ**

Διαχείριση ζήτησης φορτίου (Demand Side Management) καλείται ο σχεδιασμός, η εκτίμηση και η παρακολούθηση εκείνων των ενεργειών της επιχείρησης ηλεκτρισμού που σκοπό έχουν να πετύχουν τις επιθυμητές μεταβολές στην καμπύλη φορτίου της επιχείρησης. Η επιχείρηση ζήτησης φορτίου περιλαμβάνει μόνο

εκείνες τις δραστηριότητες οι οποίες γίνονται σκόπιμα από την επιχείρηση, έτσι ώστε να μεταβληθεί η καμπύλη φορτίου της.

Η εφαρμογή των μέτρων της ενεργειακής απόδοσης μέσω των προγραμμάτων διαχείρισης φορτίου είναι η πιο συνηθισμένη αλλαγή που απορρέει από την εφαρμογή του Ολοκληρωμένου Πλαισίου Σχεδιασμού. Το πλαίσιο σχεδιασμού προσαρμόζει τις επιλογές διαχείρισης φορτίου, τη βελτίωση της απόδοσης τροφοδοσίας, τις μη χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, τη συμβατική παραγωγή ηλεκτρισμού και τη διανομή. Το ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού είναι κατάλληλο για τις υπό ανάπτυξη χώρες, όπου υπάρχουν συχνά ισχυροί κεφαλαιωτικοί περιορισμοί και μεγάλες δυνατότητες για μείωση της ζήτησης. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις παίζουν σήμερα πολύ μεγαλύτερο ρόλο από ό,τι πριν και πρέπει να ληφθούν υπ' όψη.

## **2.4.7 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ**

### **2.4.7.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ**

Η διαδικασία σχεδιασμού από την πλευρά της επιχείρησης περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία επίπεδα:

- Δημιουργία στρατηγικών στόχων.
- Καθορισμό επιχειρησιακών στόχων.
- Καθορισμό επιθυμητής καμπύλης φορτίου.

Στόχοι που μπορούν να διαχειριστούν από εναλλακτικά προγράμματα διαχείρισης ζήτησης είναι οι ακόλουθοι:

- Μείωση της εξάρτησης από το κρίσιμο καύσιμο.
- Μείωση ή αναβολή της επένδυσης κεφαλαίων σε νέες παραγωγικές μονάδες.
- Σταθερότητα του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αύξηση εσόδων ή πωλήσεων.
- Δυνατότητα ελέγχου της κατανάλωσης από τον πελάτη.
- Μείωση κινδύνων επενδύοντας σε διαφορετικές επιλογές.
- Αύξηση της επιχειρησιακής ευελιξίας και της αξιοπιστίας του συστήματος.
- Ικανοποίηση διαφόρων φραγμών και κανονισμών.
- Ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιδράσεων.
- Βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης.

Στη συνέχεια οι στόχοι αυτοί μεταφράζονται σε διαφορετικά σχήματα καμπύλων.

Τα βασικά βήματα που περιγράφουν μία μέθοδο διαχείρισης φορτίου είναι τα ακόλουθα:

- Καθορισμός της καμπύλης φορτίου που θέλουμε να επιτύχουμε.
- Καθορισμός εκείνων των τελικών χρήσεων που μπορούν να διαμορφωθούν κατάλληλα, ώστε να ικανοποιήσουν τους στόχους.
- Επιλογή τεχνολογίας.
- Προσδιορισμός ενός κατάλληλου προγράμματος εφαρμογής.

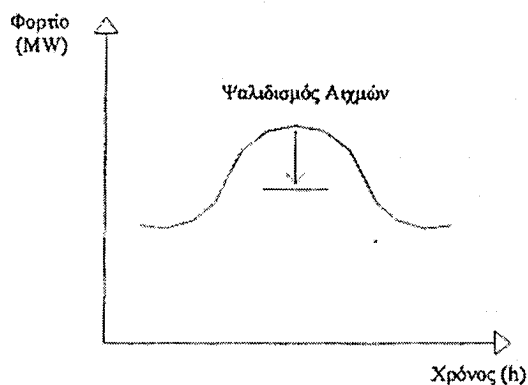
#### **2.4.7.2 ΕΙΔΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ**

**Άμεση διαχείριση φορτίου:** αυτή η μορφή DSM προγραμμάτων περιλαμβάνει τιμολόγια διακοπτόμενης παροχής και τιμολόγια περιορισμού της αιχμής. Στη «διακοπτόμενη παροχή» η επιχείρηση ηλεκτρισμού μπορεί μετά από προειδοποίηση να διακόψει ή να περιορίσει συγκεκριμένα φορτία. Σε αντάλλαγμα ο καταναλωτής έχει χαμηλότερο τιμολόγιο. Στη «μείωση της αιχμής» φορτία προκαθορισμένα ή όχι, περιορίζονται ή διακόπτονται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Ο καταναλωτής έχει ανάλογα οφέλη.

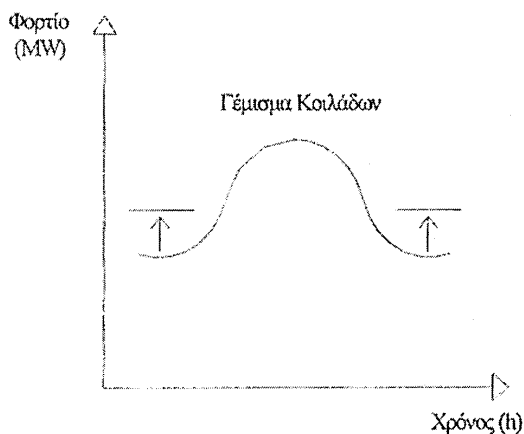
**Έμμεση διαχείριση φορτίου:** χρησιμοποιούνται τιμολόγια που λαμβάνουν υπ' όψη τους τη μέγιστη ισχύ, την ώρα ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και την εποχή. Σκοπός των παραπάνω είναι να βελτιώσει ο καταναλωτής τον συντελεστή φορτίου του. Ενθαρρύνεται ο καταναλωτής να μεταφέρει φορτία στις ώρες εκτός αιχμής. Η διαχείριση παραμένει υπό τον έλεγχο του πελάτη. Μειονέκτημα αποτελεί η μη σίγουρη εφαρμογή των μέτρων.

#### **2.4.7.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ (PEAK CLIPPING)**

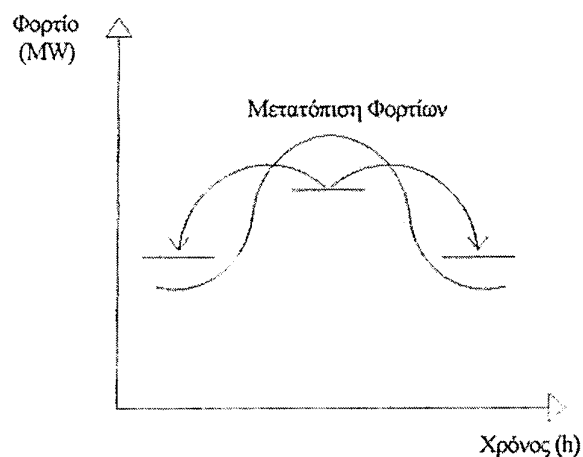
**Ψαλιδισμός των αιχμών:** αποτελεί μια από τις κλασικές μορφές της διαχείρισης του φορτίου. Ως ψαλίδιση αιχμών θεωρείται η μείωση της αιχμής του φορτίου χρησιμοποιώντας μεθόδους άμεσου ελέγχου (direct load control). Άμεσος έλεγχος φορτίου είναι ή διακοπή της παροχής ηλεκτρισμού στους καταναλωτές με απόφαση και έλεγχο των διακοπών από την εταιρεία ηλεκτρισμού. Συνήθως εφαρμόζεται τις ημέρες εκείνες που η πιθανότητα να εμφανιστεί αιχμή στο σύστημα είναι αυξημένη.



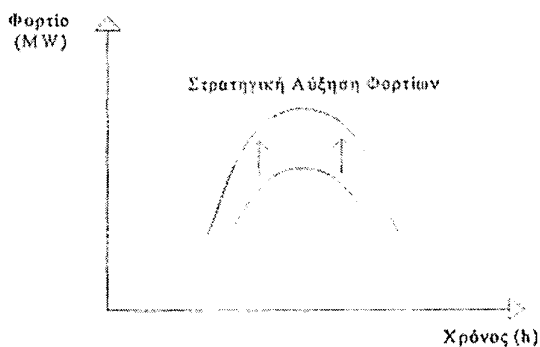
**Γέμισμα κοιλάδων:** αποτελεί τη δεύτερη κλασσική μορφή διαχείρισης φορτίου. Είναι επιθυμητή όταν το μακροχρόνιο διαφορικό κόστος (long run incremental cost) είναι μικρότερο από τη μέση τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. Επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων τιμολογίων για τις ώρες περιορισμένης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.



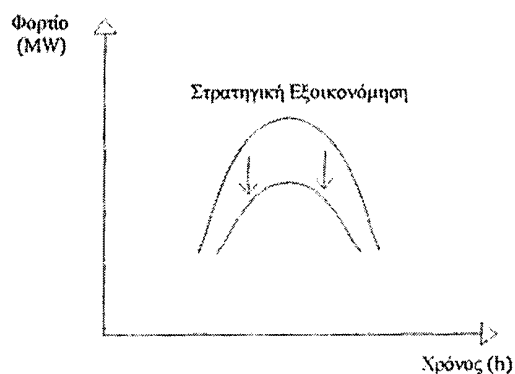
**Μετατόπιση φορτίων:** αποτελεί την τελευταία κλασσική μορφή διαχείρισης φορτίου. Είναι η μεταφορά φορτίων από τις ώρες αιχμής στις ώρες περιορισμένης ζήτησης. Συνήθεις εφαρμογές που επιτυγχάνουν το παραπάνω είναι η αποθήκευση ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί αργότερα για θέρμανση νερού, για θέρμανση και ψύξη χώρων κ.λπ.



**Στρατηγική αύξηση φορτίων:** είναι η μορφοποίηση της καμπύλης φορτίου που είναι αποτέλεσμα αύξησης των πωλήσεων, πέρα από ότι αναφέρθηκε ως γέμισμα κοιλάδων. Η αύξηση των πωλήσεων μπορεί να αναφέρεται είτε σε αυξημένο μερίδιο αγοράς, είτε σε αύξηση της περιοχής κάλυψης (οι νέες τεχνολογίες που αφορούν τη βιομηχανία, τις μεταφορές, τους αυτοματισμούς κ.λπ. έχουν ως αποτέλεσμα αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας).



**Στρατηγική εξοικονόμηση:** είναι η αλλαγή της καμπύλης φορτίου που είναι αποτέλεσμα προγραμμάτων εξοικονόμησης που προωθεί και ακολουθεί η εταιρεία ηλεκτρισμού. Συνήθως θεωρείται ως διαχείριση φορτίου. Η μείωση αντανακλά και τη μείωση των πωλήσεων, αλλά και την αλλαγή χρήσης της ενέργειας.



**Ευέλικτο πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου (Flexible Load Shape):** σχετίζεται με την αξιοπιστία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Με βάση την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών από την ηλεκτρική εταιρεία που μπορεί αποδεχτεί κάποιος καταναλωτής καθορίζονται και τα κίνητρα που λαμβάνει. Συνεπώς η καμπύλη φορτίου χαρακτηρίζεται από ευελιξία. Τα προγράμματα αυτά περιλαμβάνουν φορτία για μερική ή ολική περικοπή.

Οι αλλαγές στην καμπύλη φορτίου που μπορούν να επιτευχθούν από την εφαρμογή ενός προγράμματος διαχείρισης ζήτησης ποικίλλουν. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα.

**Πίνακας 3 – Παραδείγματα διαχείρισης ζήτησης φορτίου**

Πρόγραμμα διαχείρισης ζήτησης φορτίου	Μεταβολή στην καμπύλη φορτίου
Άμεσος έλεγχος φορτίου των οικιακών θερμαντήρων νερού	Μετατόπιση φορτίου
Άμεσος έλεγχος φορτίου των οικιακών εγκαταστάσεων κλιματισμού	Ψαλιδισμός κορυφής
Αποθήκευση θερμότητας σε κεραμικά υλικά	Γέμισμα κοιλάδων
Προσθήκη αντλιών θερμότητας	Στρατηγική ανάπτυξη φορτίου
Συστήματα θέρμανσης με δυνατότητα καύσης δύο καυσίμων	Γέμισμα κοιλάδων
Παθητικός σχεδιασμός σε κατοικίες	Στρατηγική εξοικονόμησης



#### 2.4.7.4 ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

Υπάρχουν πολλά μέτρα με τα οποία μπορούμε να επηρεάσουμε τη ζήτηση έτσι ώστε να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Έλεγχος συσκευών τελικής χρήσης.

- Μονάδες κλιματισμού οικιακών και εμπορικών καταναλωτών.
- Ψύκτες εμπορικών και βιομηχανικών καταναλωτών.
- Θερμοσίφωνες
- Αντλίες θερμότητας
- Processing

Έλεγχος συσκευών εταιρείας

- Μείωση τάσης
- Έλεγχος του συντελεστή ισχύος
- Feeder control

Αποθήκευση ενέργειας

- Αποθήκευση ψύξης
- Αποθήκευση θερμότητας
- Ανάκτηση απωλειών θερμότητας

Τιμολόγια

- Χρονικά διακοπής
- Τελικής χρήσης
- Άλλα

Βελτίωση απόδοσης συσκευών και συστημάτων

- Αντλίες θερμότητας
- Κτίρια
- Παραγωγικές διαδικασίες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

### ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ευκαιρίες εκσυγχρονισμού των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων μεγάλων κτιρίων του εμπορικού τομέα, του τομέα παροχής υπηρεσιών καθώς και βιομηχανιών είναι πολλαπλές και ποικίλουν τεχνικά και οικονομικά. [2,4] Ο εκσυγχρονισμός του ηλεκτρικού συστήματος επιχειρείται μόνο στην περίπτωση που έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες ορθολογικής διαχείρισης και έχουν ληφθεί όλα τα αναγκαία μέτρα νοικοκυρέματος. Σκοπός των παρεμβάσεων εκσυγχρονισμού είναι η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού και η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών ή η αύξηση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας.

Βασικές παρεμβάσεις εκσυγχρονισμού των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων είναι μεταξύ άλλων οι παρακάτω :

- Ø Χωρητική αντιστάθμιση & διόρθωση του συντελεστή ισχύος ( $\cos\phi$ ).
- Ø Βελτίωση του βαθμού απόδοσης των ηλεκτρικών μηχανών.
- Ø Βελτίωση των κυκλωμάτων φωτισμού.
- Ø Υποκατάσταση επιμέρους ηλεκτρικών φορτίων με ενέργεια από άλλες πηγές, π.χ. φυσικό αέριο.
- Ø Ιδιοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με μονάδες συμπαραγωγής (ηλεκτρισμού και θερμότητας).

Η ιεράρχηση των παρεμβάσεων εκσυγχρονισμού βασίζεται κυρίως στην οικονομικότητα, την αξιοπιστία και τον πιθανό κίνδυνο που συνεπάγεται.

#### 3.2 ΧΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ & ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ( $\cos\phi$ )

Συντελεστής ισχύος ( $\Sigma I$ ) ονομάζεται ο λόγος της ωφέλιμης ισχύος ( $P_\omega$ : σε KW) προς την συνολική φαινόμενη ισχύ που απορροφάται από το δίκτυο της ΔΕΗ ( $P$ : σε KVA). Ο  $\Sigma I$  ή  $\cos\phi = P_\omega/P$  έχει ως βέλτιστη τιμή τη μονάδα. Ορισμένα ηλεκτρικά φορτία παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος, της τάξης των 0,60 - 0,75 ενώ η επιθυμητή λειτουργία τους είναι στο 0,95.[2]

Σημειώνεται ότι οι μεγάλοι εμπορικοί και βιομηχανικοί καταναλωτές ηλεκτρισμού επιβαρύνονται από τη ΔΕΗ με υψηλότερη μηνιαία χρέωση ισχύος. Το γεγονός αυτό αποτελεί κίνητρο για την πραγματοποίηση παρεμβάσεων βελτίωσης του συνφ.

### 3.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Τα ηλεκτρικά φορτία κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

- ο Τα στατικά φορτία (λαμπτήρες πυρακτώσεως, θερμικές αντιστάσεις κ.λπ.), και
- ο Τα επαγωγικά ή ηλεκτρομαγνητικά φορτία (κινητήρες, μετασχηματιστές, λαμπτήρες φθορισμού κ.λπ.).

Σε ότι αφορά τα στατικά ηλεκτρικά φορτία, η ισχύς που απορροφάται υπολογίζεται από τη σχέση :  $P = V \cdot I$ .

όπου :  $P$  - ισχύς σε watt

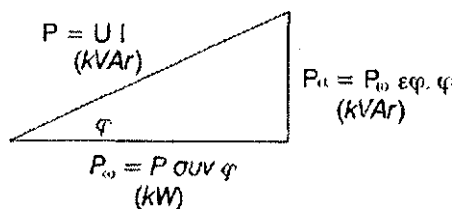
$V$  - τάση σε volt

$I$  - ένταση σε ampere

Ο συντελεστής ισχύος στα στατικά φορτία ισούται με τη μονάδα ( $\cos\varphi = 1$ ). Στα επαγωγικά φορτία η ωφέλιμη ισχύς περικλείει και τον συντελεστή ισχύος για την κάλυψη της διέγερσης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

$P_{\omega} = V \cdot I \cdot \cos\varphi$ , όπου συντελεστή ισχύος :  $\cos\varphi < 1$

Η πρόσθετη ισχύς που απαιτείται για την κάλυψη των επαγωγικών φορτίων, λόγω χαμηλού  $\cos\varphi$ , ονομάζεται άεργος ισχύς ( $P_{\alpha}$ ). Η σχέση μεταξύ της συνολικής ισχύος ( $P$ ), της ωφέλιμης ισχύος ( $P_{\omega}$ ) και της άεργου ισχύος ( $P_{\alpha}$ ) παρουσιάζεται στο παρακάτω τρίγωνο ισχύος:



Ο χαμηλός συντελεστής ισχύος των επαγωγικών φορτίων, ιδιαίτερα αυτών στη Μέση Τάση (6.6KV, 15KV, 20KV, 22KV) επηρεάζει την ορθολογική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος ως εξής :

- § Τα φορτία πρέπει να καλυφθούν υπό ένταση υψηλότερη της αντιστοιχούσης σε υψηλότερη τιμή του  $\cos\phi$ .
- § Λόγω της υψηλής έντασης απαιτείται χρήση μεγαλύτερου μετασχηματιστή ισχύος και αγωγών μεγαλύτερης διατομής.
- § Συνέπεια των παραπάνω είναι η υψηλότερη συνολική μηνιαία χρέωση ισχύος και ενέργειας από τη ΔΕΗ.

Η σπουδαιότητα διόρθωσης του συντελεστή ισχύος παρουσιάζεται στο παρακάτω απλό παράδειγμα, όπου η βελτίωση του  $\cos\phi$  από 0,70 σε 0,87 εξοικονομεί 100 KVA, μειώνοντας αντίστοιχα το συνολικό φορτίο στον μετασχηματιστή τροφοδοσίας. Ο πλέον εφικτός τρόπος διόρθωσης του συντελεστή ισχύος είναι η αντιστάθμιση, με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών. Άλλοι τρόποι διόρθωσης του  $\sin\phi$  που απαιτούν όμως σημαντικές μεταβολές στον υφιστάμενο τρόπο λειτουργίας ή ακόμα και την αντικατάσταση του βασικού εξοπλισμού, είναι:

- Η αναβάθμιση και ρύθμιση της τάσης παροχής.
- Η λειτουργία των κινητήρων σε πλήρες φορτίο, εάν βέβαια το επιτρέπει η εφαρμογή

Απορρόφηση ισχύος (P):  $\cos\phi = 0,7$

$$P = \frac{P_w}{\cos j} = \frac{70}{0,7} = 100 \text{ KVA}$$

Συνολική απορρόφηση ισχύος :  $P = 5 \cdot (100 \text{ KVA}) = 500 \text{ KVA}$

Απορρόφηση ισχύος (P) :  $\cos\phi = 0,87$

$$P = \frac{P_w}{\cos f} = \frac{70}{0,87} = 80 \text{ KVA}$$

Συνολική απορρόφηση ισχύος :  $P = 5 \cdot (80 \text{ KVA}) = 400 \text{ KVA}$

Εξοικονόμηση : 100 KVA

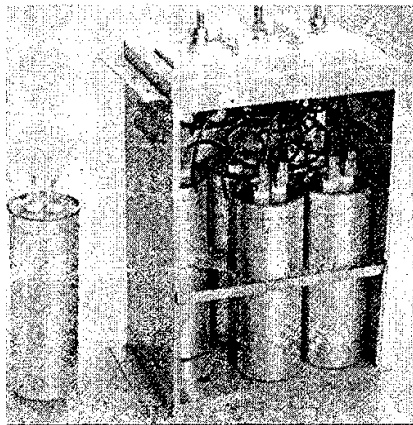
- Η αλλαγή της συνδεσμολογίας των κινητήρων από Δ σε Υ μετά την εκκίνησή τους, εάν βέβαια υπάρχει η συνδεσμολογική δυνατότητα και το επιτρέπει η εφαρμογή.
- Η αντικατάσταση υφισταμένων κινητήρων με κινητήρες υψηλής ταχύτητας και επομένως υψηλού  $\cos\phi$ , ή με πολλαπλούς κινητήρες για βέλτιστη κατανομή φορτίου, προς αποφυγήν υπερδιαστασιολογήσεων.

### 3.2.2 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ $\cos\phi$

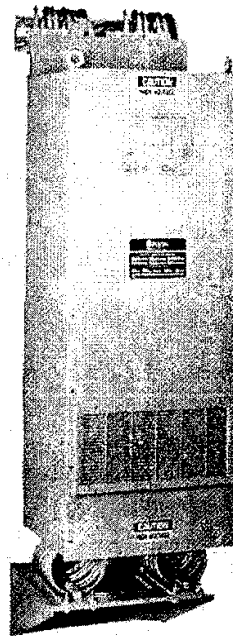
Οι πυκνωτές αντιστάθμισης χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες : στους στατικούς και στους αυτόματα ρυθμιζόμενους ανάλογα με την κατάσταση του φορτίου και το επιθυμητό ύψος

αντιστάθμισης (βλ.σχ.3.1). Η αντιστάθμιση μπορεί να γίνεται τοπικά στην τελική κατανάλωση (π.χ. στους κινητήρες, στους λαμπτήρες φθορισμού) ή κεντρικά στον πίνακα διανομής (βλ.σχ.3.2).

Οι στατικοί πυκνωτές ενδείκνυνται για εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος (< 50 KVA<sub>r</sub>) και για τοπική αντιστάθμιση (βλ.σχ.3.2.α). Στατικοί πυκνωτές για κεντρική αντιστάθμιση συνιστώνται μόνο στις περιπτώσεις που το ολικό επαγωγικό φορτίο παραμένει σταθερό κατά τη διάρκεια της απασχόλησης του εξοπλισμού. Σε ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις κάποιας ηλικίας, εξαιτίας της τοπογραφίας των δικτύων αντί της κεντρικής αντιστάθμισης ενδείκνυται η τοπική.



α) Στατικοί μικρής ισχύος

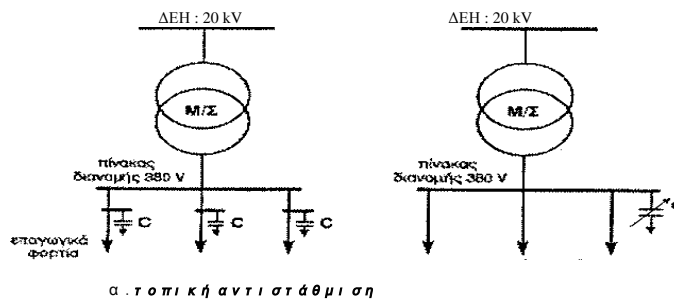


β) Αυτόματα ρυθμιζόμενοι

**Σχήμα 3.1** - Πυκνωτές χωρητικής αντιστάθμισης επαγωγικών φορτίων.

Η αντιστάθμιση μέσω αυτόματης ρυθμιζόμενης συστοιχίας πυκνωτών (βλ. σχ.3.2.β), εφαρμόζεται κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος, με φορτία έντονης διακύμανσης. Η μέθοδος αυτή, λόγω της πρακτικότητας της, έχει τύχει ευρείας αποδοχής. Στην

ελληνική αγορά διατίθενται στατικοί και αυτόματοι πυκνωτές που καλύπτουν μεγάλο εύρος ισχύος. Σε ότι αφορά τους στατικούς πυκνωτές, τα τυπικά μεγέθη για εφαρμογές στα εμπορικά κτίρια κυμαίνονται μεταξύ 10 - 100KVAr. Πυκνωτές με αυτόματη ρυθμιζόμενη συστοιχία προσφέρονται σε μεγέθη από 10 έως 300KVAr, με 4 έως 7 βαθμίδες αυτόματης ρύθμισης. Σημειώνεται ότι η εγκατάσταση συστοιχίας πυκνωτών είναι σχετικά απλή και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες.



**Σχήμα 3.2** - Χωρητική αντιστάθμιση επαγωγικών φορτίων.

### 3.2.3 ΥΨΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

Το ύψος της χωρητικής αντιστάθμισης, είτε μέσω στατικών πυκνωτών είτε μέσω αυτομάτως ρυθμιζόμενης συστοιχίας, που απαιτείται για τη διόρθωση του  $\cos\phi$  σε επιθυμητά και αποδεκτά επίπεδα, εκφράζεται από τη σχέση :

$$P_{\alpha} = P_{\omega} \cdot (\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

Όπου :  $\phi_1 = \arccos(\cos\phi_1)$  χαμηλός συντελεστής ισχύος

$\phi_2 = \arccos(\cos\phi_2)$  επιθυμητός συντελεστής ισχύος

Η διαστασιολόγηση της συστοιχίας πυκνωτών αντιστάθμισης γίνεται θεωρώντας ότι η ωφέλιμη ισχύς ( $P_{\omega}$ ) ισούται με τη μέση μηνιαία μέγιστη ζήτηση που καταγράφεται κατά τη διάρκεια της περιόδου αιχμής. Επίσης ως  $\cos\phi_1$  λαμβάνεται ο μέσος όρος των αντίστοιχων μηνών. Το  $\cos\phi_2$  είναι ο επιθυμητός, μετά την παράλληλη ζεύξη των πυκνωτών, μέσος συντελεστής ισχύος.

Υπολογίζοντας τη χωρητική ισχύ αντιστάθμισης του συνόλου των φορτίων που παρουσιάζονται στο σχ.3.3, προκύπτει ότι η βελτίωση του συντελεστή ισχύος ( $\cos\phi$ ) από  $\cos\phi_1 = 0,70$  σε  $\cos\phi_2 =$

0,87 απαιτεί πυκνωτές συνολικής ισχύος 158,7 KVAr ή 0,45 KVAr / KW, μειώνοντας τις σχετικές απαιτήσεις άεργου ισχύος από το δίκτυο της ΔΕΗ κατά 44%. Στο σχ.3.4 παρουσιάζονται οι απαιτήσεις σε χωρητική αντιστάθμιση επαγωγικών φορτίων συναρτήσει του αρχικού  $\cos\varphi$  και του επιθυμητού επιπέδου διόρθωσης.

*Συνολική ωφέλιμη ισχύς*

$$P_w = 5 \cdot (70) = 350 \text{ KW}$$

$$\cos\varphi_1 = 0,70 : \varphi_1 = 45,6^\circ$$

$$\cos\varphi_2 = 0,87 : \varphi_2 = 29,5^\circ$$

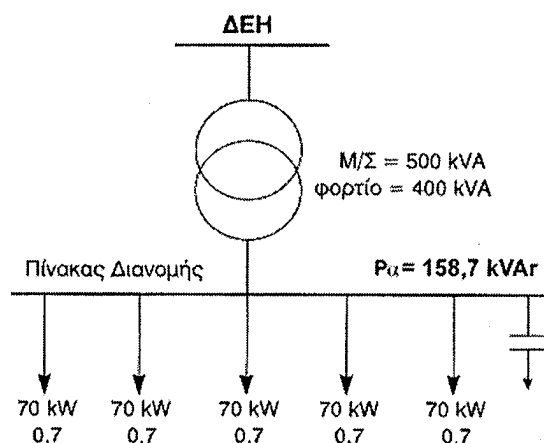
*Ισχύς χωρητικής αντιστάθμισης*

$$P_a = 350 \cdot (\tan 45,6^\circ - \tan 29,5^\circ) \quad P_a = 158,7 \text{ KVAr}$$

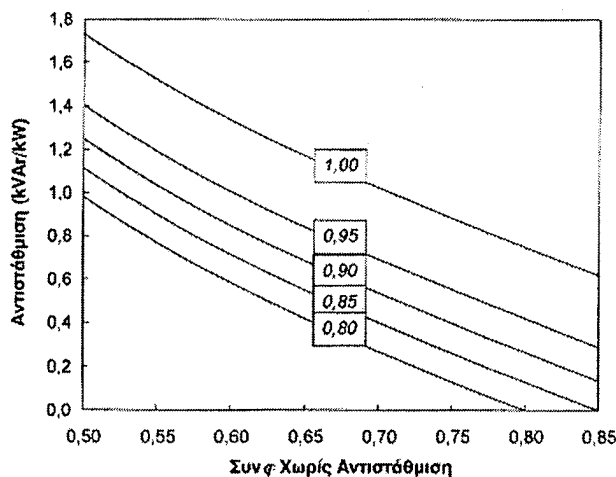
*Μείωση απαιτήσεων  $P_a$  κατά 44%*

$$P_{a1} = 350 \cdot (\tan 45,6^\circ) = 357,1 \text{ KVAr}$$

$$P_{a2} = 350 \cdot (\tan 29,5^\circ) = 198,4 \text{ KVAr}$$



**Σχήμα 3.3** - Αντιστάθμιση φορτίων χαμηλού  $\cos\varphi$ .



**Σχήμα 3.4** - Απαιτήσεις ισχύος για αντιστάθμιση φορτίων χαμηλού  $\cos\phi$ .

### 3.3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Η λειτουργία των αντλιών, των ανεμιστήρων και των αεροσυμπιεστών αντιπροσωπεύει το 50% της ηλεκτρικής κατανάλωσης στον βιομηχανικό τομέα.[2] Τα περιθώρια εξοικονόμησης μπορεί να είναι μέχρι 30% με την επιλογή σύγχρονης τεχνολογίας κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας των αντλιών, των ανεμιστήρων και των αεροσυμπιεστών, έναντι άλλων μεθόδων όπως στραγγαλισμού της ροής με μηχανικά μέσα.

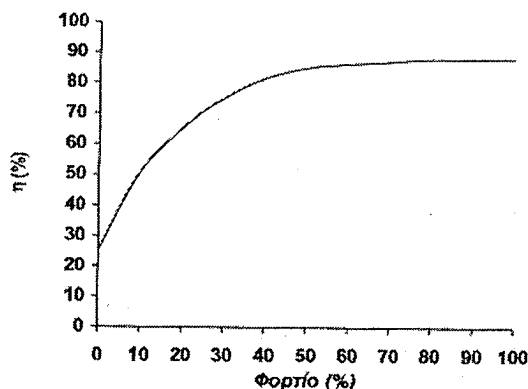
#### 3.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Σε γενικές γραμμές οι ασύγχρονοι κινητήρες σχεδιάζονται για λειτουργία μέγιστης ενεργειακής απόδοσης σε πλήρες φορτίο. Η πραγματική λειτουργία όμως, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι διαφορετική, αφενός επειδή ορισμένοι κινητήρες επιτυγχάνουν το μέγιστο φορτίο σε ισχύ χαμηλότερης της ονομαστικής και αφετέρου εξαιτίας των περιθωρίων που δίδονται κατά τη μελέτη και το σχεδιασμό των εφαρμογών, για την κάλυψη απρόβλεπτων καταστάσεων φόρτισης των κινητήρων. Από την εμπειρία προκύπτει ότι η φόρτιση των κινητήρων σε βιομηχανικές εφαρμογές είναι της τάξης του 60%.



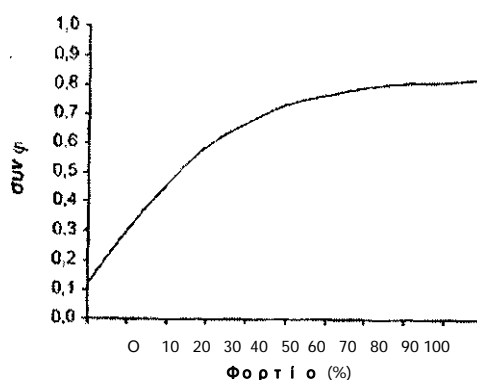
Σε αρκετές εφαρμογές οι κινητήρες είναι ενσωματωμένοι ως ολοκληρωμένο σύστημα στις αντλίες, τα συστήματα αερισμού και τους αεροσυμπιεστές που εξυπηρετούν, ώστε δεν υπάρχει δυνατότητα επιλογής αποδοτικότερων ή ορθολογικά διαστασιολογημένων κινητήρων κατά την κτήση του εξοπλισμού. Η απόδοση των κινητήρων εξαρτάται από το μέγεθος αλλά και την φόρτιση τους. Τυπικοί κινητήρες εμφανίζουν βαθμό απόδοσης σε πλήρες φορτίο μεταξύ 60% και 95%, ανάλογα με το μέγεθος και την ταχύτητα τους (η μικρότερη ταχύτητα συνεπάγεται χαμηλότερο βαθμό απόδοσης, ιδιαίτερα για τους κινητήρες σχετικά μικρής ισχύος). Ο βαθμός απόδοσης των κινητήρων μεταβάλλεται ανάλογα με το επίπεδο φόρτισης (βλ.σχ.3.5).

Παρατηρείται ότι για φόρτιση κινητήρων μεγαλύτερη του 75% η απόδοση παραμένει σχεδόν σταθερή και μειώνεται κατά 5% στο επίπεδο φόρτισης 50%. Για φόρτιση κάτω του 50% η απόδοση μειώνεται σημαντικά. Επομένως σε περίπτωση που οι κινητήρες λειτουργούν σε πλήρες φορτίο για μεγάλη χρονική περίοδο σε ετήσια βάση, υπερδιαστασιολόγηση μέχρι 30% δεν θα επηρεάσει σημαντικά τον μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης. Σε περίπτωση όμως που το φορτίο μεταβάλλεται συχνά κάτω του 75%, ο μέσος ετήσιος βαθμός απόδοσης θα επηρεαστεί σημαντικά.



**Σχήμα 3.5** - Βαθμός απόδοσης τυπικού ασύγχρονου κινητήρα.

Ο συντελεστής ισχύος (*συνφ*) των κινητήρων επηρεάζεται σημαντικά από το επίπεδο φόρτισης του (βλ.σχ.3.6). Παρατηρείται ότι συναρτήσει της φόρτισης του κινητήρα το *συνφ* μειώνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ό,τι ο βαθμός απόδοσης. Επομένως στην περίπτωση υπερδιαστασιολογημένων κινητήρων που λειτουργούν σε χαμηλά φορτία, απαιτείται χωρητική αντιστάθμιση που αυξάνει το κόστος της εγκατάστασης.



**Σχήμα 3.6** - Μεταβολή  $\cos\phi$  τυπικού ασύγχρονου κινητήρα.

Η απορρόφηση ισχύος και έντασης των ασύγχρονων κινητήρων από μια τριφασική παροχή της ΔΕΗ συναρτήσει της αποδιδόμενης στον άξονα ισχύος ( $P_m$ ), του βαθμού απόδοσης ( $\eta$ ) και του *συνφ*, εκφράζεται από τις παρακάτω σχέσεις :

Ωφέλιμη ισχύς σε KW :  $P_w = \frac{P_m}{\eta}$  όπου :  $P_m$  αποδιδόμενη ισχύς στον άξονα

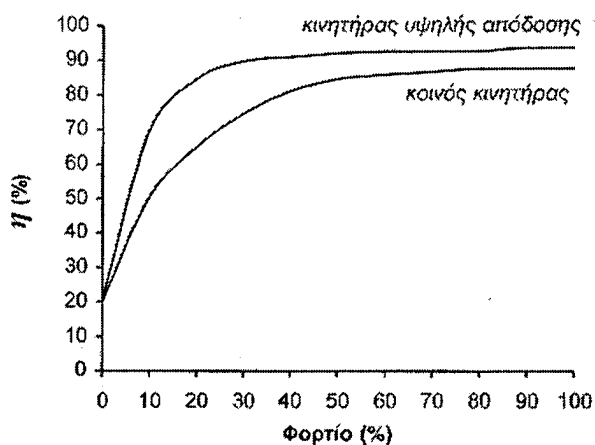
Συνολική ισχύς σε KVA :  $P = \frac{P_m}{\eta \cos\phi}$  ή  $P = \frac{\sqrt{3}UI}{1000}$

Άεργος ισχύς σε KVAr :  $P_a = \frac{P_m \tan\phi}{\eta}$

Ένταση σε A :  $I = \frac{P_w}{\sqrt{3}U \cos\phi}$  ή  $I = \frac{P_m}{\sqrt{3}U\eta \cos\phi}$

### 3.3.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Η αντικατάσταση κινητήρων χαμηλής λειτουργικής και ενεργειακής απόδοσης μπορεί, κάτω από οικονομικές προϋποθέσεις, να γίνει με κινητήρες βελτιωμένου βαθμού απόδοσης. Οι κινητήρες αυτοί σχεδιάζονται για επίτευξη υψηλής απόδοσης σε χαμηλή φόρτιση, μέχρι και 25% του πλήρους φορτίου (βλ.σχ.3.7). Παρατηρείται ότι σε σύγκριση με τους συμβατικούς κινητήρες, ο βαθμός απόδοσης σε χαμηλή φόρτιση είναι σημαντικά υψηλότερος. Το κόστος των κινητήρων υψηλής απόδοσης είναι μεγαλύτερο των αντίστοιχων συμβατικών. Έτσι η επιλογή αντικατάστασης των συμβατικών κινητήρων θα πρέπει να αξιολογηθεί με καθαρά οικονομικά κίνητρα, λαμβάνοντας υπόψη τον ετήσιο κύκλο λειτουργίας των συμβατικών και των υψηλής απόδοσης κινητήρων, καθώς και τα τιμολόγια πώλησης της ΔΕΗ.



**Σχήμα 3.7** - Σύγκριση βαθμού απόδοσης ασύγχρονων κινητήρων υψηλού βαθμού απόδοσης με αντίστοιχους συμβατικούς.

### 3.3.3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Οι ασύγχρονοι κινητήρες είναι κινητήρες που αποδίδουν σταθερή ταχύτητα στον άξονα τους. Οι βιομηχανικές εφαρμογές που απαιτούν μηχανική ισχύ στην πλειοψηφία τους, θα μπορούσαν να βελτιωθούν ενεργειακά και λειτουργικά εάν η ταχύτητα περιστροφής των αξόνων ρυθμιζόταν συναρτήσει των απαιτήσεων και των διεργασιών. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας των φυγοκεντρικών αντλιών, ανεμιστήρων και αεροσυμπιεστών, η απαιτούμενη μηχανική ισχύς αυξάνεται με τον κύβο της ροής των ρευστών.

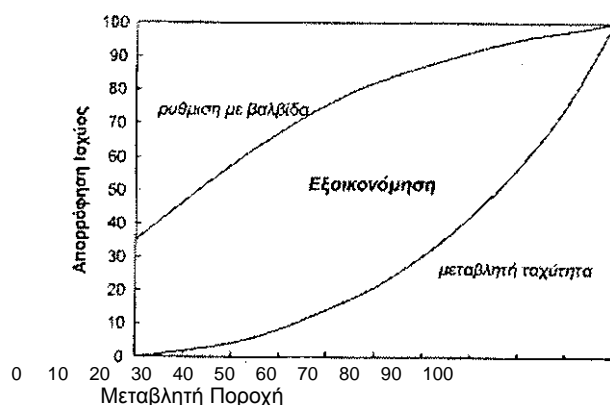
Επομένως τα φυγοκεντρικά φορτία ενδείκνυται για εφαρμογές κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας. Οι συμβατικές μέθοδοι που συνήθως εφαρμόζονται, χρησιμοποιούν συσκευές στραγγαλισμού όπως : αεροφράκτες και βάνες. Ο εξοπλισμός αυτός, αν και χαμηλού κόστους, παρουσιάζει απαράδεκτα υψηλό κόστος λειτουργίας λόγω της επίδρασης του στον συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος.

Κινητήρες μεταβλητής ταχύτητας προσφέρονται με μια σειρά βασικών λειτουργικών χαρακτηριστικών (ροπή συναρτήσει ταχύτητας) για εξυπηρέτηση διάφορων κατηγοριών μηχανικών φορτίων (μεταβλητή ροπή, σταθερή ροπή και ιπποδύναμη). Οι βασικές κατηγορίες κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας έχουν ως εξής:

- Ø Κινητήρες κλωβού δύο / τριών ταχυτήτων. Ασύγχρονοι κινητήρες με διπλές περιελίξεις ή πολλαπλή συνδεσμολογία κοινής περιέλιξης, γνωστά και ως PAM (Pole Amplitude Modulation motors).
- Ø Κινητήρες μεταβλητής ολίσθησης. Μεταβολή της ολίσθησης μέσω αυξομείωσης της αντίστασης του δρομέα με τη βοήθεια εξωτερικών αντιστάσεων συνδεδεμένων στους δακτυλίους του δρομέα.
- Ø Κινητήρες κλωβού με ηλεκτρονικό μετατροπέα συχνότητας. Ασύγχρονοι κινητήρες που τροφοδοτούνται μέσω ηλεκτρονικού μετατροπέα ισχύος, μεταβάλλοντας τη συχνότητα της τροφοδοσίας στους ακροδέκτες του κινητήρα ανάλογα με την επιθυμητή ταχύτητα και ροπή στον άξονα περιστροφής.

Σε εφαρμογές όπου απαιτείται η λειτουργία του βασικού εξοπλισμού παροχής μηχανικής ισχύος σε μεγάλο εύρος ταχυτήτων, η επιλογή κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας έχει αποδειχτεί ως η πλέον η οικονομική λύση. Όπως φαίνεται στο σχ.3.8, οι απαιτήσεις σε παροχή ηλεκτρικής ισχύος είναι σημαντικά μικρότερες για τη

μεταφορά ρευστών με παροχή μικρότερη του 100% των ονομαστικών απαιτήσεων.



**Σχήμα 3.8** - Λειτουργικά χαρακτηριστικά φυγοκεντρικής αντλίας μεταβλητής παροχής.

### 3.4 ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

#### 3.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κατασκευαστικά τα Δίκτυα διανομής (ΔΔ) διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες : α) τα *εναέρια* και β) τα *υπόγεια* δίκτυα. [6] Τα εναέρια δίκτυα είναι λιγότερο δαπανηρά από τα υπόγεια και είναι επίσης ευκολότερα στην εκμετάλλευσή τους. Όμως καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο η διάθεση του οποίου είναι συχνά αδύνατη σε σχετικά πυκνοκατοικημένες περιοχές των πόλεων κλπ. Οι αγωγοί των γραμμών των εναέριων δικτύων, μέχρι πριν μερικά χρόνια, ήταν πάντοτε γυμνοί. Τα τελευταία όμως χρόνια η εξέλιξη της τεχνικής των καλωδίων επιτρέπει την χρησιμοποίηση εναέριων καλωδίων, κυρίως στην ΧΤ (χαμηλή τάση) αλλά και την ΜΤ (μέση τάση). Επειδή το κόστος των εναέριων δικτύων ΧΤ με καλώδια δεν είναι μεγαλύτερο από αυτών με γυμνούς αγωγούς, ενώ έχουν μια σειρά πλεονεκτήματα, η χρησιμοποίησή τους επεκτείνεται διεθνώς με τάση να αντικαταστήσουν ολοκληρωτικά τα δίκτυα ΧΤ με γυμνούς αγωγούς.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των δικτύων ΧΤ με καλώδια είναι ότι τα ίδια καλώδια μπορούν να στηρίζονται και στις προσόψεις των κτιρίων, γεγονός που εκτός ότι οδηγεί σε μικρότερη δαπάνη, έχει το

πλεονέκτημα να ενοχλεί αισθητικά λιγότερο το περιβάλλον. Οι Υποσταθμοί (Υ/Σ) ΜΤ/ΧΤ των εναέριων δικτύων μέχρι 400 ΚVA κατασκευάζονται συνήθως εναέριοι πάνω σε στύλους. Μεγαλύτεροι Υ/Σ κατασκευάζονται επίγειοι. Η κατασκευή εναέριων δικτύων προσφέρεται ιδιαίτερα στις αγροτικές περιοχές που γενικά χαρακτηρίζονται από μικρή πυκνότητα φορτίου, καθώς και όπου δεν υπάρχει δυσχέρεια τήρησης των ελάχιστων αποστάσεων εγκατάστασης των αγωγών κ.λπ. Τα δίκτυα αυτά χαρακτηρίζονται ως «αγροτικά» και εξυπηρετούν χωριά, αρδευτικές περιοχές, αγροτικές βιοτεχνικές μονάδες ή και βιομηχανικές, όταν είναι εγκατεστημένες σε αγροτικές περιοχές. Συχνά αντί «αγροτικά» ονομάζονται και «υπεραστικά».

Υπόγεια κατασκευάζονται τα δίκτυα (τόσο ΜΤ όσο και ΧΤ) στα κέντρα των πόλεων, για λόγους αισθητικής, αλλά και λόγω δυσκολίας διάθεσης του αναγκαίου χώρου. Επιπλέον όμως στις περιοχές αυτές η πυκνότητα του φορτίου καθιστά συχνά πρακτικά επιβεβλημένη την κατασκευή υπόγειου δικτύου ΧΤ. Αυτό γιατί για κατασκευαστικούς λόγους οι μέγιστες διατομές των αγωγών που χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα ΧΤ συνήθως δεν είναι μεγαλύτερες των 50 mm<sup>2</sup> και η εξυπηρέτηση μεγάλων πυκνοτήτων φορτίου είναι πρακτικά ανέφικτη. Στις μικρές πόλεις και τα προάστια των μεγάλων πόλεων τα δίκτυα κατασκευάζονται συχνά μερικώς υπόγεια και μερικώς εναέρια (π.χ. υπόγειο το δίκτυο ΜΤ και εναέριο το ΧΤ ή και συνδυασμός τμημάτων αυτού). Οι Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ του υπογείου δικτύου εγκαθίστανται συχνά στα υπόγεια των πολυκατοικιών ή στην επιφάνεια του εδάφους, σε κατάλληλα διαμορφωμένους οικίσκους.

Οπωσδήποτε το θέμα της επιλογής του κατάλληλου δικτύου για μια δεδομένη περιοχή, αποτελεί ένα σύνθετο τεχνοοικονομικό πρόβλημα, δεδομένου ότι κατά την αρχική σχεδίαση αυτού πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και η μελλοντική του εξέλιξη.

### **3.4.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ**

Η βελτίωση του συνολικού ενεργειακού βαθμού απόδοσης των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων στα κτίρια του εμπορικού τομέα και στη βιομηχανία, απαιτεί τον εκσυγχρονισμό των υφιστάμενων δικτύων διανομής ισχύος. Στις περιπτώσεις παλαιών εγκαταστάσεων, οι μετατροπές αυτές μπορεί να είναι σημαντικές.

Οι απώλειες των παλαιών δικτύων διανομής ισχύος μιας εγκατάστασης, αφενός αυξάνουν σημαντικά το κόστος λειτουργίας, αφετέρου δημιουργούν σοβαρά προβλήματα πτώσης τάσης.

Σημειώνεται ότι οι απώλειες μεταβάλλονται με το τετράγωνο της έντασης ( $I^2R$ ), γεγονός που συνεπάγεται την επακόλουθη μείωση της τάσης στους ακροδέκτες των ηλεκτρικών μηχανών και των συσκευών. Στην περίπτωση σημαντικής πτώσης της τάσης, δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στην παραγωγική διαδικασία μιας βιομηχανίας, δεδομένου ότι η εκκίνηση και η ομαλή λειτουργία των κινητήρων (βασικός εξοπλισμός) απαιτεί η τάση στους ακροδέκτες να είναι πολύ κοντά στην ονομαστική τιμή.

Σημειώνεται ότι ανεξαρτήτως του κόστους λειτουργίας, οι μετατροπές σε ορισμένες παλαιές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι επιβεβλημένες εξαιτίας των διαχρονικά αυξανόμενων απαιτήσεων σε κατανάλωση ηλεκτρισμού, που πολλές φορές ξεπερνούν σε μεγάλο βαθμό τα περιθώρια εφεδρείας του αρχικού σχεδιασμού. Μετατροπές στο δίκτυο διανομής ισχύος περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τις εξής παρεμβάσεις:

- I. Αναβάθμιση των υποδιαστασιοποιημένων αγωγών.
- II. Τοπογραφική βελτίωση των κυκλωμάτων.
- III. Αναβάθμιση των μετασχηματιστών ή αυτομετασχηματιστών.
- IV. Μείωση των τιμών τυχόν υψηλών αντιστάσεων του δευτερεύοντος εξοπλισμού.
- V. Αντιστάθμιση χαμηλού  $\cos\phi$  σε στρατηγικά σημεία του δικτύου.

Οι παραπάνω επεμβάσεις εκσυγχρονισμού των δικτύων ισχύος μπορεί, στην περίπτωση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, να συνεπάγονται τη μείωση της παραγωγής για σημαντικό χρονικό διάστημα. Επομένως είναι απαραίτητη η ιεράρχηση τους με οικονομικά κριτήρια και η σύγκριση τους με άλλες επιλογές. Η εκτέλεση τους πρέπει επίσης να γίνεται μετά από μελέτη και προγραμματισμό των εργασιών, αλλά και της διαδικασίας παραγωγής.

### 3.5 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Με βάση τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης του συστήματος φωτισμού χώρων και μετά την εφαρμογή του προαναφερόμενου προγράμματος διαχείρισης, εξετάζονται οι δυνατότητες για περαιτέρω βελτιώσεις, με την κατάστρωση ειδικού σχεδίου εκσυγχρονισμού του συστήματος. [2,8] Μεταξύ άλλων οι βασικές παρεμβάσεις εκσυγχρονισμού του συστήματος φωτισμού είναι οι εξής :

- § Αναθεώρηση υφιστάμενου σχεδιασμού φωτισμού  
 - εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού

- βελτίωση γεωμετρίας τεχνητού φωτισμού
- επιλογή λαμπτήρων και έντασης αυτών
- αντικατάσταση λαμπτήρων με νέους χαμηλής κατανάλωσης

#### § Συστήματα φωτισμού

- χρονοδιακόπτες (αυτόματοι ή/και ημιαυτόματοι)
- φωτοηλεκτρικός έλεγχος
- ένταξη κυκλωμάτων φωτισμού σε κεντρικό σύστημα ελέγχου ομαλής λειτουργίας και απόρριψης φορτίων

Η λεπτομερής διαδικασία μελέτης συστημάτων φωτισμού, επιλογής αποδοτικών λαμπτήρων και οι σχετικοί υπολογισμοί παρουσιάζονται αναλυτικά στις παραγράφους που ακολουθούν.

### 3.5.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η μελέτη φωτισμού αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας. Από την προβλεπτικότητα και την πληρότητα της εξαρτάται η ορθή και οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης φωτισμού. Το πρώτο στάδιο και ίσως το βασικότερο μιας μελέτης φωτισμού είναι ο προσδιορισμός των απαιτήσεων που πρέπει να καλύψει η εγκατάσταση, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη τεχνική λύση με το χαμηλότερο δυνατό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης. Πρόχειρη ή λανθασμένη εκτίμηση αυτών των απαιτήσεων μπορεί να οδηγήσει σε υπερδιαστασιολογημένη εγκατάσταση, καθώς και σε αστοχία ως προς την κάλυψη των συγκεκριμένων αναγκών φωτισμού (π.χ. χαμηλή στάθμη φωτισμού, υψηλός συντελεστής θάμβωσης κ.λπ.).

Το δεύτερο στάδιο μιας μελέτης είναι ο προσδιορισμός της τεχνικής του φωτισμού που θα εφαρμοστεί (υπερισχύων άμεσος, υπερσχύων έμμεσος ή μεικτός). Η επιλογή της τεχνικής του φωτισμού εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου, από τυχόν ιδιαιτερότητες που πιθανόν να εμφανίζει, από τους συντελεστές ανάκλασης που παρουσιάζουν οι επιφάνειες που τον προσδιορίζουν, καθώς και από τις ποιοτικές και ποσοτικές απαιτήσεις σε φωτισμό. Παρακάτω παραθέτουμε μια μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας μέσω αντικατάστασης λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς λαμπτήρες με πραγματικά δεδομένα που πάρθηκαν από μια εταιρία.



### 3.5.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ

Το μεγαλύτερο μέρος της εταιρίας χρησιμοποιεί ήδη λαμπτήρες φθορισμού. Συγκεκριμένα το σύνολο των γραφείων έχει 20 λαμπτήρες φθορισμού που λειτουργούν κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ωρών κάθε μέρα φτάνοντας σε επίπεδο έντασης ίσο με 290 lux, αριθμός που είναι αρκετά ικανοποιητικός για χώρο γραφείων. Ο αριθμός αυτός έχει προκύψει λαμβάνοντας υπόψη ότι σε ένα χώρο διαστάσεων 8m · 6m και ύψους 3m, με ανοιχτόχρωμους τοίχους και οροφή υπάρχουν 5 λαμπτήρες φωτισμού των 58Watt ( $\lambda = 5$ ) με φωτεινή ροή  $\Phi_l = 5,2 \text{ Klumen}$ , οπότε σύμφωνα με τους πίνακες Π-1.2, Π-1.3, Π-1.4 του παραρτήματος και τις σχέσεις :

$$k = \frac{L + 4B}{5(h - h_e)} \quad \text{και} \quad I \cdot \Phi_l = \frac{EA100}{vn}$$

προκύπτει ότι η ένταση  $E$  φωτισμού του χώρου είναι ίση με 290 lux, καθώς με μήκος  $L$  ίσο με 6m, πλάτος  $B = 4\text{m}$ , ύψος θέσης φωτιστικών σωμάτων  $h = 3\text{m}$  και επίπεδο εργασίας  $h_e = 0,8\text{m}$ , ο συντελεστής χώρου  $k$  είναι 2.91. Συγχρόνως ο συντελεστής ελάττωσης  $v$  στον καθαρό χώρο είναι 0,8 και ο συντελεστής απόδοσης  $n$  είναι 67% (αφού ο φωτισμός είναι άμεσος σε ανοιχτόχρωμους χώρους) και το εμβαδόν του χώρου  $A$  είναι ίσο με  $48\text{m}^2$ .

Από το όλο συγκρότημα της εταιρίας μόνο οι τουαλέτες διαθέτουν λαμπτήρες πυράκτωσης (2 των 60Watt), οι οποίες όμως πάλι καταναλώνουν ενέργεια κατά τη διάρκεια των 8,5 ωρών της βάρδιας. Αν αντικαταστήσουμε μια λάμπα πυράκτωσης των 60Watt με έναν ηλεκτρονικό λαμπτήρα φθορισμού των 11 Watt, τότε σε κάθε ώρα λειτουργίας εξοικονομούμε 0,049KWh. Μέσα σε ένα έτος με 246 εργάσιμες μέρες και 8,5 ώρες λειτουργίας θα εξοικονομήσουμε 102,459KWh. Ακόμη ο χρόνος ζωής ενός λαμπτήρα πυράκτωσης είναι περίπου 1.000 ώρες έναντι 10.000 ωρών των συμπαγών φθορισμού. Συνεπώς αν κάθε εργάσιμη ημέρα ένας λαμπτήρας εργάζεται 8,5 ώρες και οι εργάσιμες μέρες είναι 246, τότε σε ένα χρόνο θα έχει λειτουργήσει 2.091 ώρες. Θεωρούμε ότι οι ώρες λειτουργίας είναι περίπου 2.000 ώρες, οπότε μέσα σε 5 χρόνια θα έχουμε αλλάξει 10 λαμπτήρες πυράκτωσης και μόλις 1 ηλεκτρονικό.

Στη συνέχεια θεωρούμε ότι στην αρχή κάθε έτους γίνεται η προμήθεια των νέων λαμπτήρων και δεδομένου ότι μια τρέχουσα τιμή για ένα λαμπτήρα πυράκτωσης 60 Watt είναι 250 δραχμές, ενώ για τον αντίστοιχο ηλεκτρονικό είναι 4.000 δραχμές. Συνεπώς δεχόμενοι ότι το επιτόκιο ευκαιρίας είναι ίσο με 4,5%, μέσα στα επόμενα 5

χρόνια από την εγκατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης έχουμε κόστος ίσο με 2.994 δραχμές μέσω της σχέσης :

$$B = Q_0 \cdot \frac{(1+i)^{N+1} - 1}{i(1+i)^N}$$

αφού κάθε έτος δαπανούμε 500 δραχμές προς αντικατάσταση εξοπλισμού. Το αντίστοιχο κόστος για τον ηλεκτρονικό λαμπτήρα είναι 4.000 δραχμές, που δαπανάται εφάπαξ στην έναρξη κάθε πενταετίας. Εξαιτίας τούτου από την εγκατάσταση των λαμπτήρων ζημιωνόμαστε μέσα στην επόμενη πενταετία 1.706 δραχμές.

Όμως λόγω εξοικονόμησης ενέργειας ίσης με 100KWh περίπου το έτος και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στο τιμολόγιο Γ22Β, που είναι ίση με 22,21 δραχμές/KWh, προκύπτει ότι κάθε έτος μειώνουμε τα έξοδα κατά 2.221 δραχμές, οπότε μέσα στην επόμενη πενταετία έχουμε μέσω της παραπάνω σχέσης (θεωρώντας το ίδιο επιτόκιο ευκαιρίας), ότι μειώνουμε τα έξοδά μας κατά 10.190 δραχμές (ανάγοντας τα χρήματα στο έτος μελέτης). Συνεπώς μέσα σε λιγότερο από δύο έτη έχει γίνει απόσβεση της επένδυσης (κέρδος 1.325 δραχμές στο τέλος του δεύτερου έτους) και στο τέλος της πενταετίας θα έχουμε μειώσει τελικά τα έξοδα μας κατά 8.484 δραχμές ανά λαμπτήρα σε τιμές έτους 2001.

Εξαιτίας τούτου προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με τους αντίστοιχους ηλεκτρονικούς, αρκεί κατά τη διάρκεια της αγοράς να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη μεγάλη ποικιλία χρωματικής απόδοσης των ηλεκτρονικών λαμπτήρων -που σε αντίθεση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης- έχουν αρκετές κατηγορίες ειδών χρωμάτων καλύπτοντας τις ποιοτικές ανάγκες φωτισμού περισσότερων χώρων. Σ' αυτή τη μελέτη διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο ο χρόνος χρήσης της συσκευής κάθε έτους, διότι αν μελετήσουμε την περίπτωση μιας λάμπας πυράκτωσης των ίδιων στοιχείων μέσα στο διαμέρισμα του φύλακα που χρησιμοποιείται κάθε μέρα 2,5 με 3 ώρες και μέσα σε ένα χρόνο λειτουργεί για 1.000 ώρες, τότε η κατάσταση έχει αλλάξει σημαντικά. Τώρα η περίοδος μελέτης μας θα διαρκέσει 10 έτη, όπου κάθε έτος θα αγοράζουμε μόνο ένα λαμπτήρα πυράκτωσης, με συνέπεια να πληρώσουμε 2.067 δραχμές σε 10 έτη αναγόμενες στο έτος μελέτης. Αντίθετα αν τοποθετήσουμε ηλεκτρονικό λαμπτήρα, θα πληρώσουμε εφάπαξ στην αρχή της δεκαετίας 4.000 δραχμές, οπότε κατά την αλλαγή λαμπτήρων θα ζημιωνόμασταν κατά 1.933 δραχμές.

Λόγω εξοικονόμησης ενέργειας ίσης με 49KWh το έτος και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στο

τιμολόγιο Γ22B, προκύπτει ότι κάθε έτος μειώνουμε τα έξοδα κατά 1.088 δραχμές ετησίως, οπότε μέσα στην επόμενη δεκαετία έχουμε για το ίδιο επιτόκιο ευκαιρίας, ότι μειώνουμε τα έξοδά μας κατά 8.997 δραχμές. Συνεπώς μέσα σε δύο έτη έχει γίνει απόσβεση της επένδυσης, με κέρδος 196 δραχμές στο τέλος του δεύτερου έτους. Με το πέρας της δεκαετίας θα έχουμε μειώσει τελικά τα έξοδά μας κατά 7.064 δραχμές ανά λαμπτήρα σε τιμές 2001. Το ποσό αυτό είναι σημαντικά μικρότερο όμως, από την περίπτωση του προηγούμενου λαμπτήρα που εντός του ίδιου χρονικού διαστήματος θα μειώναμε κατά  $15.292$  δραχμές τα έξοδά μας :  $8.484 + 8.484 / (1 + 0.045)^2 = 15.292$  δραχμές.

Από το σημείο αυτό αντιλαμβανόμαστε τη σημασία όχι μόνο της αγοράς της συσκευής, αλλά και του τρόπου χρησιμοποίησης αφού στην προκειμένη περίπτωση η μείωση της χρήσης της αύξησε το χρόνο απόσβεσης και μείωσε το αναμενόμενο όφελος της επένδυσης λίγο περισσότερο από το 50%. Πάντως και σ' αυτή την περίπτωση προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης των διαμερισμάτων που λειτουργούν γύρω στις 2 με 3 ώρες ημερησίως με ηλεκτρονικούς λαμπτήρες, αφού σε δύο χρόνια θα έχει γίνει η απόσβεση της εγκατάστασης και από κει και πέρα μέχρι το δέκατο έτος θα έχουμε μόνο όφελος από την επένδυση. Δεν μελετούμε την αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού (κλασικές λάμπες φθορισμού), γιατί έχουμε μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης (αφού θα αλλάξουμε και το φωτιστικό σώμα), μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος και μικρότερη διάρκεια ζωής από τις αντίστοιχες ηλεκτρονικές.

Από τη μελέτη που προηγήθηκε προκύπτει το συμπέρασμα ότι η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς είναι ένα εφαρμόσιμο από τεχνοοικονομικής πλευράς μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας, γι' άλλωστε και η Δ.Ε.Η. προσπάθησε να το εφαρμόσει στην Κρήτη και στα άλλα νησιά του Αιγαίου, για να μειώσει με οικονομικό τρόπο την αιχμή του φορτίου και συνάμα και την κατανάλωση ενέργειας από τις ακριβές μονάδες, όπως είναι οι αεριοστρόβιλοι.

### **3.5.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΤΩΝ**

#### **3.5.3.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Οι σύγχρονες φωτεινές πηγές και φυσικά μεταξύ αυτών και όλοι οι λαμπτήρες εκκένωσης, επιδέχονται διαβάθμιση της φωτεινής ροής τους από 100% έως 40%, ενώ οι λαμπτήρες φθορισμού έως 0%. Η πολυετής εμπειρία αποδεικνύει πως η λειτουργία των λαμπτήρων σε συνθήκες υποβιβασμένης φωτεινής ροής παρατείνει σημαντικά τη μέση διάρκεια ζωής τους, που στην περίπτωση των λαμπτήρων ατμών νατρίου υψηλής πίεσης π.χ. μπορεί να σημειώσει αύξηση μέχρι 200%.

Το μυστικό εδώ έγκειται στην άρτια γνώση της συμπεριφοράς των λαμπτήρων σε σχέση με τις συνθήκες λειτουργίας τους και ασφαλώς στην εύστοχη επιλογή των κατάλληλων συνθηκών για την προστασία της ζωής τους και την απρόσκοπτη λειτουργία τους χωρίς διακυμάνσεις του εκπεμπόμενου φωτός. Ο τρόπος υποβιβασμού της φωτεινής ροής συνίσταται στην καταστολή της τάσης τη στιγμή προσέγγισης της μέγιστης τιμής της. Η τάση υφίσταται τότε αλλοίωση (ψαλιδισμό) της κυματομορφής της, που οδηγεί στη μείωση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το λαμπτήρα και κατά συνέπεια και της λαμπρότητάς του.

#### **3.5.3.2 Η ΖΗΤΗΣΗ**

Η διαβάθμιση του φωτισμού αποτελεί σήμερα απαίτηση πλήθους χρηστών στην εφαρμοσμένη έρευνα, την Ιατρική π.χ. για τη ρύθμιση των δόσεων ακτινοβολίας σε θεραπευτικά φωτόλουτρα, τη Βιολογία π.χ. για την προσαρμογή της στάθμης του φωτισμού στις απαιτήσεις ανάπτυξης φυτών που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια, στους κινηματογράφους, τα θέατρα και τα αμφιθέατρα. Στα γραφεία και τα καταστήματα προκειμένου με τον υποβιβασμό της φωτεινής ροής των λαμπτήρων να εκμεταλλευτούμε αποδοτικότερα, εξοικονομώντας ενέργεια, τα αποθέματα φυσικού φωτισμού στις θέσεις εργασίας με Η/Υ με σκοπό να περιοριστεί η θάμβωση από την απεικόνιση εξ ανάκλασης στην οθόνη του Η/Υ και άλλες στιλπνές επιφάνειες. Επίσης στις υπόγειες διόδους όπου οι οπτικές συνθήκες στο κατώφλι τους διαφοροποιούνται από την μέρα προς τη νύχτα προκαλώντας ένα αίσθημα ανασφάλειας στους οδηγούς.

### 3.5.3.3 ΤΟ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρακολουθώντας τις υψηλές απαιτήσεις της νέας δεκαετίας, είναι αδύνατο να διαφύγει της προσοχής μας η μέριμνα μηχανικών, αρχιτεκτόνων, ιδιοκτητών αλλά και ενοικιαστών κτιρίων για συνετότερη κατανάλωση ενέργειας. Η διαχείριση ενέργειας είναι μια πολύ σοβαρή υπόθεση και οι επενδύσεις προς αυτή την κατεύθυνση πρέπει να συμβάλλουν στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων. Η δυσανάλογη σε σχέση με άλλα αγαθά αύξηση των τιμολογίων της Δ.Ε.Η. είναι αδιαμφισβήτητα πραγματικότητα. Τα στενά περιθώρια χρήσης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η εντεινόμενη οικολογική ευαισθησία σε συνδυασμό με την διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση σε ενέργεια, μας υποχρεώνουν να διαχειριστούμε με περισσότερη φειδώ τη διατιθέμενη ενέργεια.

Η διαβάθμιση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων εκκένωσης προσφέρει τη δυνατότητα εξοικονόμηση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας, χωρίς να οδηγεί απαραίτητα στον υποβιβασμό της στάθμης φωτισμού σε επίπεδα χαμηλότερα από εκείνα που προβλέπουν τα πρότυπα. Κατά τις πρώτες ώρες λειτουργίας των λαμπτήρων, όπου αυτοί δεν έχουν ακόμη υποστεί πτώση της φωτεινής ροής τους λόγω φυσιολογικής φθοράς, αποδίδουν περισσότερο φως σε σχέση με αυτό που έχει προβλεφθεί και υπάρχουν σημαντικά περιθώρια μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 25% τουλάχιστον. Η μείωση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το λαμπτήρα σε συνδυασμό με τη συγκράτηση της αναπτυσσόμενης θερμοκρασίας καθυστερούν εξάλλου τη φθορά του λαμπτήρα και την πτώση της φωτεινής ροής του.

Η «συνεχής» διαβάθμιση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων εκκένωσης, σε αντίθεση με τον αναγκαστικά κλιμακωτό υποβιβασμό της στάθμης του τεχνητού φωτισμού, όταν αυτός επιτυγχάνεται με τη διακοπή της λειτουργίας ομάδας φωτιστικών σωμάτων σε βάρος της ομοιομορφίας φωτισμού και της ευχέρειας συντήρησης της φωτιστικής εγκατάστασης, λόγω ετεροχρονισμού της φθοράς των λαμπτήρων, επιδέχεται αυτοματοποίηση υποστηριζόμενη από αισθητήρα φωτισμού, που υποκαθιστά τον επισφαλή ανθρώπινο παράγοντα και προσφέρει τη δυνατότητα αξιοποίησης ακόμη και μικρών ποσοτήτων φυσικού φωτισμού, που οπωσδήποτε δεν επαρκούν για τη διακοπή της λειτουργίας κάποιας ομάδας φωτιστικών σωμάτων.

Επιπλέον κατά την εκτέλεση εργασιών ρουτίνας ή σε χρονικά διαστήματα εκτός των περιόδων αιχμής της λειτουργίας των

καταστημάτων, η διαβάθμιση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων προσφέρει τη δυνατότητα εξοικονόμησης μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, χωρίς να τεθεί εκτός λειτουργίας ούτε ένας λαμπτήρας. Ενδεικτικά στους δρόμους εκτός των περιόδων αιχμής της κυκλοφορίας, υπάρχουν περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας έως 35% που σημαίνει για ένα λαμπτήρα 400W που συμπληρώνει 4500 ώρες λειτουργίας ετησίως, 630KWh ανά έτος, ή για κάθε χιλιόμετρο 15.000KWh ανά έτος. Σε πολυκαταστήματα με εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού 40KW επιτυγχάνεται αντίστοιχα εξοικονόμηση ποσού 1.800.000 δραχμών ετησίως.

Τα παραπάνω παραδείγματα από την δεκαπενταετή εμπειρία εξοικονόμησης ενέργειας από τη διαβάθμιση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων εκκένωσης δείχνουν, πως οι απαραίτητες για την ανάλογη τεχνική επέμβαση επενδύσεις αποσβένονται σύντομα και πάντοτε σε χρόνους μικρότερους της τριετίας.

#### **3.5.3.4 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ**

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας δεν οδηγεί σε ανάλογη μείωση του εκπεμπόμενου φωτός. Π.χ. οι λαμπτήρες φθορισμού 58W διαμέτρου 26mm σε σύνδεση με συμβατικό στραγγαλιστικό πηνίο τύπου Leuenberger καταναλώνει σε τάση δικτύου 230V, 66,5W. Όταν η κατανάλωση υποβιβάζεται στα 48W, κατά 28% δηλαδή, το εκπεμπόμενο φως υποχωρεί μόνο κατά 20% και η φωτεινή απόδοση του λαμπτήρα σημειώνει άνοδο.

Ασφαλώς και δεν συμβαίνει το ίδιο με όλους τους λαμπτήρες εκκένωσης. Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου 400W π.χ. καταναλώνουν κατά 25% λιγότερη ενέργεια, όταν μειωθεί δυσανάλογα περισσότερο το εκπεμπόμενο φως και συγκεκριμένα κατά 30%. Συγκρίνοντας τώρα τις υψίσυχνες ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις με τα συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία ως προς τη διαβάθμιση της φωτεινής απόδοσης των λαμπτήρων φθορισμού, παρατηρούμε τα εξής εξετάζοντας και πάλι τον λαμπτήρα φθορισμού 58W: Σε σύνδεση με την ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη ο λαμπτήρας καταναλώνει 50W και αποδίδει 2,5% περισσότερο φως απ' ότι ο ίδιος λαμπτήρας σε σύνδεση με συμβατικό στραγγαλιστικό πηνίο, όταν η συνολική τους κατανάλωση ανέρχεται επίσης σε 50W.

Έστω ότι ο φωτισμός υποβιβάζεται κατά 50%, τότε ο λαμπτήρας καταναλώνει 33W, όταν λειτουργεί με την ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη και όταν είναι συνδεδεμένος με συμβατικό στραγγαλιστικό πηνίο, καταναλώνει 27W. Δηλαδή η φωτεινή απόδοση του λαμπτήρα όταν ο φωτισμός υποβιβαστεί κατά 50%, είναι κατά 20lum/W υψηλότερη στην περίπτωση χρήσης κοινών στραγγαλιστικών πηνίων. Άρα όσον αφορά τη διαβάθμιση της φωτεινής ροής λαμπτήρων φθορισμού, το συμβατικό πηνίο αποδεικνύεται από τη σκοπιά της εξοικονόμησης ενέργειας, περισσότερο συμφέρον έναντι της ηλεκτρονικής στραγγαλιστικής διάταξης.

### 3.5.3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

Οι υψίσυχνες ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις που κυκλοφορούν την τελευταία δεκαετία, προσφέρουν σίγουρα μια δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Όμως δε θα έπρεπε να τις αντιλαμβάνεται κανείς ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη διαβάθμιση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων εκκένωσης, η οποία είναι εφικτή και χωρίς αυτές σε πάρα πολύ χαμηλότερο κόστος και με μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, όσον αφορά τουλάχιστον τους λαμπτήρες φθορισμού. Το κυριότερο πλεονέκτημα όμως, είναι η δυνατότητα κεντρικής διαβάθμισης της φωτεινής ροής των λαμπτήρων εκκένωσης με την τοποθέτηση στον πίνακα φωτισμού της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης των απαραίτητων κυκλωμάτων και ασφαλειών προστασίας. Αυτό σημαίνει πως η επέμβαση στον πίνακα φωτισμού μπορεί να γίνει χωρίς πίεση χρόνου και μετά την περάτωση της φωτιστικής εγκατάστασης.

Η παραπάνω δυνατότητα κεντρικής διαβάθμισης της φωτεινής ροής των λαμπτήρων εκκένωσης αφορά και τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις, αν και από αρχιτεκτονική άποψη (διαστασιολόγηση πίνακα, ώστε να χωρούν τα πρόσθετα κυκλώματα) είναι προτιμότερο να έχει προβλεφθεί η διαβάθμιση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων ήδη κατά τον σχεδιασμό της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Στο τέλος του κεφαλαίου παραθέτουμε έναν πίνακα με τα βασικότερα χαρακτηριστικά χρήσης για τους πιο κοινούς τύπους λαμπτήρων.

### 3.6 ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Η χρήση του φυσικού αερίου στα μεγάλα κτίρια του εμπορικού τομέα και του τομέα παροχής υπηρεσιών και στη βιομηχανία μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση του περιβάλλοντος και στην ορθολογική χρήση της ενέργειας. [2] Οι εμπορικοί καταναλωτές είναι οι πλέον κατάλληλοι για ένταξη στο δίκτυο και χρήση του φυσικού αερίου στο ενεργειακό τους σύστημα με στόχο τη μερική υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας με ενέργεια από φυσικό αέριο, απαιτεί την αντικατάσταση όλων των σχετικών συσκευών και εξοπλισμού, γεγονός που δυσκολεύει τις δυνατότητες διείσδυσης του φυσικού αερίου. Η αντικατάσταση των συσκευών μπορεί να αντισταθμιστεί με χαμηλότερες τιμές φυσικού αερίου. Ας σημειωθεί επίσης ότι οι συσκευές φυσικού αερίου δικαιούνται φοροαπαλλαγής για το 75% της αξίας τους.

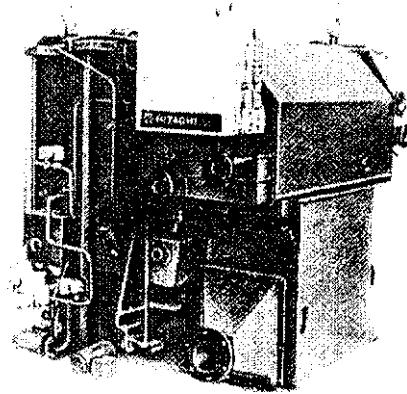
Η χρήση του φυσικού αερίου για υποκατάσταση χρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να εξετάζεται κατά περίπτωση και πάντα σε καθαρά οικονομική βάση. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που η τιμή του φυσικού αερίου είναι το  $\frac{1}{2}$  έως τα  $\frac{3}{4}$  τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, η οικονομικότητα αντικατάστασης των συσκευών ή του βασικού εξοπλισμού γίνεται ελκυστική. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τελικές χρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στον εμπορικό τομέα και τον τομέα παροχής υπηρεσιών που ενδείκνυται να υποκατασταθούν με φυσικό αέριο.

Κατηγορία Καταναλωτών	Βασικές Τελικές Ενεργειακές Χρήσεις					
	Δροσισμός	Μαγειρεία	Πλυντήρια	Στεγνωτήρια	Σιδερωτήρια	Φούρνοι
Ξενοδοχεία	X	X	X	X	X	
Νοσοκομεία	X	X	X	X	X	
Εμπορικά κέντρα	X					
Super Market	X	X				X
Κτίρια γραφείων	X					
Εστιατόρια	X	X				
Ζαχαροπλαστεία	X	X				X
Στεγνοκαθαριστήρια	X		X	X	X	
Αθλητικά κέντρα	X	X	X	X		
Φούρνοι	X					X

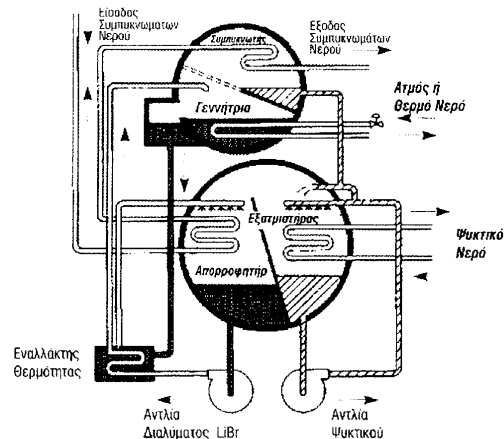
**Πίνακας 1** - Ηλεκτρικά φορτία του εμπορικού τομέα και του τομέα παροχής υπηρεσιών που μπορούν να υποκατασταθούν με ενέργεια από φυσικό αέριο.



Παρατηρείται ότι τα φορτία κλιματισμού χώρων είναι κοινά σε όλες τις κατηγορίες καταναλωτών, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις (ξενοδοχεία, νοσοκομεία, κτίρια γραφείων) αποτελούν την κύρια ηλεκτρική κατανάλωση. Η υποκατάσταση των ηλεκτρικών φορτίων κλιματισμού μπορεί να επιτευχθεί μέσω της χρήσης ψυκτικών συστημάτων απορρόφησης απλού κύκλου (σχ.3.9). Ο ψυκτικός κύκλος και η βασική λειτουργία του των συστημάτων απορρόφησης παρουσιάζεται στο σχ.3.10. Η πηγή θερμικής ενέργειας μπορεί να είναι ατμός χαμηλής πίεσης ή θερμό νερό που παράγονται σε λέβητες καύσης φυσικού αερίου ή προέρχονται από αποταμιεύσεις θερμότητας μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.



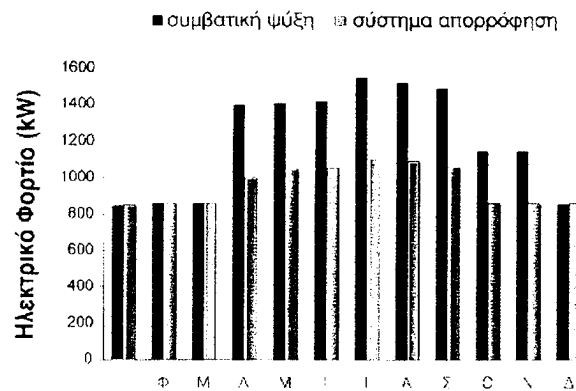
Σχήμα 3.9 – Τυπική ψυκτική μονάδα απορρόφησης.



Σχήμα 3.10 – Απλός κύκλος ψυκτικών απορρόφησης.

Τα ψυκτικά συστήματα απορρόφησης απλού κύκλου λειτουργούν με ψυκτικό διάλυμα νερού – LiBr ή νερού αμμωνίας. Ο συντελεστής απόδοσης (COP) αυτών των συστημάτων είναι της τάξης του 0,60 ενώ το ψυκτικό υγρό που παράγεται έχει θερμοκρασία 4-4,5°C. Για τα συστήματα απορρόφησης διπλού κύκλου (θέρμανση – ψύξη), ο συντελεστής απόδοσης είναι βελτιωμένος (1,0). Η ποιότητα της θερμικής πηγής που παρέχεται στο σύστημα απορρόφησης είναι υψηλότερη, π.χ. ατμός υψηλής πίεσης ή απευθείας καύση φυσικού αερίου.

Στο σχ.3.11 παρουσιάζεται η μηνιαία εξοικονόμηση ηλεκτρικής ισχύος σε ένα νοσοκομείο, όπου τα συμβατικά ηλεκτρικά ψυκτικά μηχανήματα έδωσαν τη θέση τους σε μια ψυκτική μονάδα απορρόφησης με παροχή θερμού νερού από μονάδα συμπαραγωγής που κάλυπτα και τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό.



**Σχήμα 3.11** - Εξοικονόμηση ισχύος σε νοσοκομείο με σύστημα απορρόφησης.

**Πίνακας 2** - Βασικότερα χαρακτηριστικά χρήσης κοινών τύπων λαμπτήρων.

ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	Χαρακτηριστικά και συνήθης χρήση αυτών	Φωτεινή απόδοση Φωτεινή ροή / ηλεκτρική Ισχύς LmAV	Διάρκεια ζωής (hr)
Κοινοί πυρακτώσεως	οικιακές εγκαταστάσεις, και σε εφαρμογές φωτισμού χαμηλών απαιτήσεων	10-20	1500
Πυρακτώσεως με αλογονίδια		20 +	3000
Φθορισμού			6000
Νατρίου χαμηλής πίεσης	Μονοχρωματικό φως Οδοφωτισμό και φωτισμό περιοχών όπου η ορατότητα είναι περιορισμένη λόγω ομιχλώδους ατμόσφαιρας Φωτισμό εσωτερικών χώρων όπου η απεικόνιση χρωμάτων δεν παίζει κανένα ρόλο όπως σε αποθήκες, χώρους στάθμευσης, περιμετρικός φωτισμός φυλακών, στρατοπέδων κ.τ.λ.		
Νατρίου υψηλής πίεσης	Φωτισμός εξωτερικών χώρων όπου απαιτείται σχετικά καλή απόδοση χρωμάτων όπως κεντρικοί δρόμοι, πάρκα, φωτισμός βιομηχανικών χώρων αποθηκών κ.τ.λ. πεζοδρομία και πλατείες.	140	
Ατμών Υδραργύρου	Εξωτερικός φωτισμός Μεγάλοι δρόμοι, πλατείες κήποι Εσωτερικό χώρο Βιοτεχνίες, καταστήματα, διάδρομοι	60	

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

#### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια και οι προβολές της αιχμής φορτίου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού, διότι βοηθούν στην εκτίμηση της αναγκαιότητας νέων διεξόδων. [9,10] Οι μελέτες επέκτασης του ενεργειακού συστήματος καθορίζουν ποια μέτρα διαχείρισης φορτίου και ποια προγράμματα αποδοτικότητας αξίζει να επιδιώκονται και σε ποιους τομείς και τελικούς χρήστες πρέπει να εφαρμόζονται.

Οι προβλέψεις ζήτησης, χωρίς ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού είναι στην πραγματικότητα μελέτες ενεργειακών υπηρεσιών, που λαμβάνουν υπ' όψιν την τεχνολογική βάση που παρέχεται στις υπηρεσίες ενέργειας στο έτος πρόβλεψης, καθώς επίσης και τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες που καθορίζουν τα απαιτούμενα επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών.

#### 4.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να μας παρέχουν γραφικές παραστάσεις της ζήτησης και της ενέργειας. Οι δύο πιο κύριες προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται βασίζονται, είτε στο *οικονομετρικό μοντέλο*, είτε στο *μοντέλο τελικής χρήσης*. Η κύρια διαφορά ανάμεσα σε αυτές τις δύο προσεγγίσεις είναι το επίπεδο συγκέντρωσης της εισαγωγής δεδομένων. Το οικονομετρικό μοντέλο είναι πιο συγκεντρωτικό και οι καμπύλες του βασίζονται κυρίως στους παράγοντες τιμών τιμολόγησης και εσόδων, καθώς και στη σχέση τους με τη ζήτηση ενέργειας.

#### 4.2.1 ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Τα οικονομετρικά μοντέλα έχουν το πλεόνασμα της ελάχιστης απαίτησης δεδομένων σε σύγκριση με τα μοντέλα τελικής χρήσης και έχουν μια αρκετά καλή θεωρητική στατιστική βάση. Συνήθως χρησιμοποιούνται για μία ολόκληρη σειρά πελατών και δε λαμβάνουν υπόψη την τεχνολογική δομή της ενεργειακής κατανάλωσης. Επιπλέον έχουν μία πιο συγκεντρωμένη φύση από ότι τα τελικής χρήσης μοντέλα.

Ο πιο συνηθισμένος τύπος της οικονομετρικής εξίσωσης που χρησιμοποιείται και που βασίζεται στη Cobb-Douglas παραγωγή εξισώσεων, είναι:

$$E = \alpha Y^{\alpha} P^{-\beta} \quad (4.1)$$

όπου:

E : η ενεργειακή ζήτηση

Y : η εισροή /το εισόδημα

P : η τιμή της ενέργειας

$\alpha$  : η συναπόδοση

$\alpha$  : η εισερχόμενη αυξομείωση /ελαστικότητα της ενεργειακής

$\beta$  : η ελαστικότητα της τιμής της ενεργειακής ζήτησης

Η ελαστικότητα της τιμής και του εισοδήματος δείχνει πως αλλάζει η ενεργειακή ζήτηση ως αποτέλεσμα της αλλαγής της τιμής και του εισοδήματος στα οικονομετρικά μοντέλα. Η ελαστικότητα του εισοδήματος δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$a = \frac{\Delta E / E}{\Delta Y / Y} = \frac{\% \text{metabol } \acute{\eta} \text{ tou } E}{\% \text{metabol } \acute{\eta} \text{ tou } Y} \quad (4.2)$$

όπου:

$a$  : η ελαστικότητα ή αλλιώς η αυξομείωση της ενεργειακής ζήτησης

E : η ζήτηση ενέργειας

Y : το εισόδημα (GDP) (καθαρό ή ακαθάριστο)

Η ελαστικότητα της τιμής  $\beta$  για την ενεργειακή ζήτηση καθορίζονται σε σχέση με την τιμή της ενέργειας που πληρώνουν οι καταναλωτές - πελάτες:

$$b = \frac{\Delta E / E}{\Delta P / P} = \frac{\% \text{metabol } \acute{\eta} \text{ tou } E}{\% \text{metabol } \acute{\eta} \text{ tou } P} \quad (4.3)$$

όπου:

P : η τιμή της ενέργειας

Η οικονομετρική προσέγγιση χρησιμοποιεί δεδομένα του παρελθόντος για τη στατιστική αρχικοποίηση των παραμέτρων  $\alpha$ ,  $\beta$  και  $\alpha$  για την εξίσωση (4.1), τα οικονομετρικά μοντέλα χρησιμοποιούνταν ευρέως στη σχεδίαση των καμπύλων ενεργειακής ζήτησης ως το 1970. Η βασική προϋπόθεση του εν λόγω μοντέλου είναι η σχέση ανάμεσα στα εισοδήματα, στην τιμή και στη ζήτηση που υπάρχει στο παρελθόν και που πρέπει να συνεχίζει να υπάρχει στο μέλλον. Η ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου καταρρέει αν αλλάξει η θεμελιώδης δομή της προβλεψιμότητας του μοντέλου.

Μια εφαρμογή της οικονομετρικής μοντελοποίησης, που είναι χρήσιμη για το σχεδιασμό της ενεργειακής αποδοτικότητας, είναι η αύξηση της καμπύλης της βασικής γραμμής της ενεργειακής υπηρεσίας. Αν η τεχνολογική δομή της ενεργειακής ζήτησης παραμένει σταθερή, συμπεριλαμβανομένης και της τελικής χρήσης απόδοσης, τότε η προσχεδιασμένη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης είναι ταυτόσημη της αύξησης των ενεργειακών υπηρεσιών. Τέτοιου είδους σχεδιασμοί αναφέρονται και ως παγωμένης απόδοσης σενάρια.

#### 4.2.2 ΤΟ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟ

Τα τελικής χρήσης μοντέλα πρόβλεψης είναι πιο λεπτομερή από τα οικονομετρικά μοντέλα. Επιπρόσθετα είναι πιο απλά μέσω της αναλυτικής τους διατύπωσης. Η τελικής προσέγγιση απευθύνεται σε σχεδιασμούς που έχουν ως σκοπό την ενεργειακή αποδοτικότητα, διότι είναι εύκολο να αλλάξει προσαρμοζόμενη στην τεχνολογία και στα επίπεδα υπηρεσίας.

Η ενεργειακή ζήτηση για κάθε δραστηριότητα είναι προϊόν δύο παραγόντων: του επιπέδου και της έντασης της ενέργειας (ως ένταση ενέργειας εννοούμε την ενέργεια για κάθε μονάδα ενεργειακής υπηρεσίας). Επιπρόσθετα η συνολική εθνική ζήτηση ενέργειας επηρεάζεται από την ανάπτυξη και τη συρρίκνωση διαφορετικών δραστηριοτήτων που συνιστούν την ενεργειακή ζήτηση. Με δεδομένη την ενεργειακή δομή, το επίπεδο ζήτησης της ενέργειας εξαρτάται από παράγοντες, όπως ο πληθωρισμός, το εισόδημα και το οικονομικό εξερχόμενο. Το επίπεδο της έντασης της ενέργειας εξαρτάται από την ενεργειακή απόδοση συμπεραλαμβανομένου των τεχνολογικών και των λειτουργικών απόψεων. Το άθροισμα των προϊόντων αυτών των δύο παραγόντων δίνει τη συνολική ενεργειακή ζήτηση.

$$\text{Ενεργειακή χρήση} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i I_i \quad (4.4)$$

όπου:

$Q_i$ : η ποσότητα της  $i$  ενεργειακής υπηρεσίας

$l_i$ : η ένταση της  $i$  ενεργειακής χρήσης για την ενεργειακή υπηρεσία

Η ένταση  $l_i$  μπορεί να μειωθεί αλλάζοντας την τεχνολογία, προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση, χωρίς να επηρεάζονται τα επίπεδα της ενεργειακής υπηρεσίας. Η χρήση της ενέργειας μπορεί να ελαττωθεί με τη μείωση των ωρών χρήσης (ώρες/ έτος) μιας δεδομένης ισχύος τελικής χρήσης συσκευής (kW), έτσι ώστε να μειωθεί η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (MW). Αν επιτευχθεί αυτή η μείωση με την ελάττωση των απωλειών ή της σπατάλης ενέργειας, τότε μπορεί να επιτευχθεί βελτίωση της απόδοσης της ενέργειας. Αν, όμως, η μείωση προέλθει από την πλευρά του καταναλωτή με τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας, όπως για παράδειγμα με τη μείωση των επιπέδων φωτισμού ή τη θερμοκρασία του θερμοσίφωνα που χρησιμοποιείται για το λουτρό των καταναλωτών, τότε οι τελικές εξοικονομήσεις ενέργειας θα έπρεπε να ληφθούν ως μείωση στο επίπεδο της ενεργειακής υπηρεσίας. Γενικότερα η από πάνω προς τα κάτω ανάλυση στο γενικό ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού δε συμπεριλαμβάνει την εξοικονόμηση ενέργειας στο δίκτυο, την εξοικονόμηση που προέρχεται από τις ενεργειακές υπηρεσίες.

Η ποσότητα των ενεργειακών υπηρεσιών  $Q$  εξαρτάται από πολλούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένου του πληθυσμού, τη συνεισφορά χρήσης της ενεργειακής υπηρεσίας και τη διάσταση της χρήσης της εκάστοτε υπηρεσίας.

$$Q_i = N_i P_i M_i \quad (4.5)$$

όπου:

$Q_i$ : η ποσότητα της  $i$  ενεργειακής υπηρεσίας

$N_i$ : ο αριθμός των κατάλληλων πελατών τελικής χρήσης  $i$ .

$P_i$ : η διείσδυση (συνολικές μονάδες / σύνολο πελατών) της τελικής χρήσης ενέργειας, που μπορεί να είναι και μεγαλύτερη του 100%.

$M_i$ : το μέγεθος ή η έκταση της κατανάλωσης της υπηρεσίας τελικής χρήσης  $i$ .

Η παράμετρος του πληθυσμού μπορεί να είναι ο αριθμός των οικιακών ή των εμπορικών ή και των βιομηχανικών πελατών ή φορτίων. Αυτό που απαιτείται είναι ότι ο καθορισμένος αριθμός  $N$  θα πρέπει να είναι συμβιβασμένος με τις μονάδες στον παρονομαστή της μεταβλητής διείσδυσης  $P$ .

Η μεταβλητή  $P$  είναι η συνεισφορά των κατάλληλων πελατών που χρησιμοποιούν μία δεδομένη ηλεκτρική συσκευή τελικής χρήσης.

Για θέρμανση των χώρων και για κλιματισμό, καθώς και για εμπορικά κτίρια ο παράγοντας διείσδυσης καθορίζεται ως τετραγωνικά μέτρα επιφάνειας κτιρίου, όπου η τελικής χρήσης ενέργεια καταναλώνεται σε ηλεκτρικές συσκευές. Για κατοικίες η διείσδυση είναι ο αριθμός συσκευών για το εκάστοτε νοικοκυριό. Αυτός ο παράγοντας συμπεριλαμβάνει τις συσκευές, όπως ηλεκτρικές κουζίνες, πλυντήρια ή ακόμα και λάμπες ή τηλεοράσεις. Μερικές συσκευές, όπως οι τηλεοράσεις και τα ψυγεία, προσεγγίζουν ένα επίπεδο κορεσμού πάνω από το οποίο ο βαθμός διείσδυσης τους δεν αναμένεται να αυξηθεί. Βέβαια αυτό δεν πρέπει να θεωρείται πάντα δεδομένο, αφού σε μερικά νοικοκυριά ο αριθμός των τηλεοράσεων ποικίλλει.

Η παράμετρος  $M$  (το μέγεθος ή η έκταση της εκφράζει την κατανάλωση της υπηρεσίας τελικής χρήσης  $i$ ) εξαρτάται από την τελική χρήση. Για βιομηχανική τελική χρήση είναι ο αριθμός ή οι τόνοι του προϊόντος. Για εμπορική τελική χρήση ο παράγοντας αυτός καθορίζει την ποσότητα και το επίπεδο της παρεχόμενης υπηρεσίας (π.χ. για το φωτισμό έχουμε τα συνολικά lumen / lux, τα οποία μπορεί να επηρεαστούν από την αλλαγή του επιπέδου του φωτισμού). Για κατοικίες ο εν λόγω παράγοντας φανερώνει τη συχνότητα χρήσης (ο αριθμός των ντους ή τα κιλά των ρούχων ανά πλύση) ή την κλάση της μέγιστης χρήσης (ώρες φωτισμού ή τηλεόρασης) για την τελική χρήση της ενέργειας. Για τον κλιματισμό ενός χώρου, ο παράγοντας  $M$  μπορεί να υποδηλώνει τη διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T$  ανάμεσα στον εσωτερικό και τον εξωτερικό χώρο.

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι το επίπεδο της ενεργειακής υπηρεσίας εξαρτάται από την οικονομική δραστηριότητα της τάξης των καταναλωτών, από τα δείγματα της ενεργειακής χρήσης και σε ορισμένες περιπτώσεις από την πληροφορία για τα επίπεδα διείσδυσης των υπηρεσιών ενέργειας χωρίς την τάξη των καταναλωτών. Η ένταση της χρήσης ενέργειας είναι ο δείκτης ή ο μετρητής της τεχνικής αποδοτικότητας που προσδίδει μία μονάδα ενεργειακής υπηρεσίας, που θεωρείται ότι ανήκει στην τάξη των καταναλωτών.

#### **4.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Τα μοντέλα τελικής χρήσης κάνουν προβλέψεις για κάθε σημαντική τελική χρήση χρησιμοποιώντας ως μεταβλητές εισόδου πληροφορίες στο επίπεδο της ενεργειακής υπηρεσίας που απαιτείται



και της τεχνικής αποδοτικότητας που χρειάζεται προκειμένου να διανείμει μία μονάδα τέτοιας υπηρεσίας.

#### 4.3.1 ΒΑΣΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι τύποι προβλέψεων μας δίνουν λεπτομερείς πληροφορίες για τις κλίσεις της ηλεκτρικής κατανάλωσης, της τελικής χρήσης και των τεχνολογιών. Οι πληροφορίες θεωρούνται καλές αν περιέχουν δεδομένα για την απόδοση της τρέχουσας τελικής χρήσης ενέργειας για το έτος που θεωρείται σα βάση. Η αύξηση των ενεργειακών υπηρεσιών, όπως τα τετραγωνικά μέτρα του φωτισμού σε κτίρια, είναι προβλέψιμη στο μέλλον ως μέρος του βασικού σεναρίου.

Μερικές φορές συνδυάζουμε οικονομετρικά μοντέλα με τελικής χρήσης μοντέλα. Το μοντέλο που προκύπτει περιλαμβάνει μία οικονομετρική σχέση του επιπέδου συγκεκριμένης δραστηριότητας, έχοντας τομέας με την υπόλοιπη οικονομία και επιπλέον επιτρέπουν την εκτίμηση των τεχνολογικών βελτιώσεων για κάθε θεωρούμενη τελική χρήση στον εν λόγω τομέα.

#### 4.3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ

Η συνολική οικιακή κατανάλωση ενέργειας είναι το άθροισμα της ζήτησης ενέργειας από τις οικιακές υπηρεσίες, όπως ο φωτισμός, ο κλιματισμός, τα ψυγεία, η χρήση τηλεόρασης, οι θερμοσίφωνες κτλ και δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$E_R = \sum_{i=1}^{i=n} E_{Ri} \quad (4.6)$$

όπου  $E_R$  η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στις οικίες και  $i$  η τελική χρήση.

Κάθε τελική χρήση μπορεί να έχει μια συγκεκριμένη έκφραση ως ακολούθως:

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i I_i = \sum_{i=1}^{i=m} (N_i P_i M_i) I_i \quad (4.7)$$

Για τον οικιακό τομέα μπορεί να καθοριστεί η ενεργειακή κατανάλωση σε κάθε περίπτωση τελικής χρήσης χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_R = N_i P_i M_i I_i \quad (4.8)$$

όπου

$E_R$ : η οικιακή κατανάλωση φορτίου για κάθε τελική χρήση  $i$

$N_i$  : ο συνολικός αριθμός των νοικοκυριών με τελική χρήση  $i$   
 $P_i$  : τα επίπεδα διείσδυσης για εφαρμογές με τελική χρήση  $i$   
 $M_i$  : ο αριθμός ωρών, βαθμός ημερών ή συχνότητα χρήσης για κάθε ενεργειακή υπηρεσία  $i$   
 $I_i$  : η ένταση της εκάστοτε  $i$  τελικής χρήσης

Σε αυτή την εξίσωση εκφράζουμε το επιθυμητό επίπεδο των ενεργειακών υπηρεσιών ( $Q$ ) που δίνεται από το γινόμενο του  $N$  με το  $P$  και το  $M$ .

Η πρόβλεψη των επιπέδων του  $N$  και του  $P$  στο μέλλον, ενώ παραμένουν σταθερά στις τρέχουσες τιμές τα  $M$  και  $I$ , μας παρέχει ένα σενάριο σταθερής απόδοσης. Καθώς οι απαιτήσεις των ενεργειακών υπηρεσιών των κατοικιών ποικίλουν η πρώτη εξίσωση μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$E_R = \sum_{i,j=1}^{i,j=n,m} E_{Ri,j} \quad (4.9)$$

όπου:

$i$  : τελική χρήση

$j$  : τάση εισόδου

Επομένως, οι δύο παραπάνω εξισώσεις μπορούν να διατυπωθούν σε οποιοδήποτε επίπεδο λεπτομέρειας από τελική χρήση μόνο ή ταυτόχρονα από τελική χρήση και επίπεδο εισόδου ή από τα δύο προηγούμενα συν τον τύπο κατασκευής της κατοικίας κ.ο.κ.

#### 4.3.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συνήθως τα εμπορικά καταστήματα και οι υπηρεσίες στεγάζονται σε μεγάλα κτίρια και έτσι είναι χρήσιμο να αποδεσμευτεί η ζήτηση ενέργειας του εμπορικού τομέα από τον τύπο της οικονομικής δραστηριότητας και τον τύπο των κτιρίων. Τυπικά η τελικής χρήσης κατανάλωση του εμπορικού τομέα καθορίζεται βάσει των τετραγωνικών μέτρων  $\text{kWh/m}^2$ . Η εξίσωση που περιγράφει την εμπορική χρήση ενέργειας είναι:

$$E_C = \sum_{i,h=1}^{i,j=m,n} E_{Cij} \quad (4.10)$$

όπου:

$E_C$  : η εμπορική ενεργειακή χρήση

$i$  : τελική χρήση

$j$  : τμήμα αγοράς (τύπος κτιρίου: γραφεία, ξενοδοχεία, νοσοκομεία κ.λ.π.).

Μία άλλη έκφραση της παραπάνω εξίσωσης είναι:

$$\text{Ενεργειακή χρήση} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i I_i$$

όπου:

$I_i$  : είναι η εγκατεστημένη σε Watt ισχύ ανά τετραγωνικό μέτρο δαπέδου για τελική χρήση  $i$ . Η ποσότητα  $Q$  εκφράζεται ως εξής:

$$Q_{ij} = A_{ij} P_{ij} M_{ij} \quad (4.11)$$

όπου:

$A$  : η συνολική επιφάνεια του τομέα ζήτησης  $j$  ή τύπου κτιρίου  $j$  για την τελική χρήση  $i$ .

$P$  : ποσοστό της συνολικής επιφάνειας δαπέδου στον τομέα ζήτησης  $j$  που εξυπηρετείται από τελική χρήση  $i$ .

$M$  : ο αριθμός των ωρών / το επίπεδο ημερών ή η συχνότητα χρήσης για ενεργειακή υπηρεσία  $i$  στον τομέα  $j$ .

Μεγαλύτερη οικονομική δραστηριότητα θα επηρεάσει το ρυθμό αύξησης της επιφάνειας δαπέδου των κτιρίων, τη διείσδυση του κλιματισμού, τον ετήσιο αριθμό ωρών χρήσης ενέργειας κ.λπ.

#### 4.3.4 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Η εξίσωση που εκφράζει τη βιομηχανική ενεργειακή χρήση είναι η ακόλουθη:

$$E_I = \sum_{i,j=1}^{i,j=n,m} E_{i,j} \quad (4.12)$$

$E$  : βιομηχανική ενεργειακή χρήση

$i$  : τελική χρήση

$j$  : τμήμα βιομηχανικής ζήτησης

Μια άλλη πιο ευκατανόητη έκφραση της παραπάνω εξίσωσης είναι:

$$\text{Ενεργειακή χρήση} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i I_i$$

όπου

$I_i$  : η ένταση της τελικής χρήσης  $I$

Η ποσότητα  $Q$  καθορίζεται ως ακολούθως:

$$Q_{i,j} = N_{i,j} P_{i,j} M_{i,j} \quad (4.13)$$

όπου

$N$  : ο συνολικός αριθμός εξυπηρετήσεων στο  $j$  τμήμα βιομηχανικής ζήτησης για τελική χρήση  $i$ .

$P$  : τα επίπεδα διείσδυσης των ηλεκτρικών συσκευών για  $i$  τελική χρήση στο  $j$  τμήμα ζήτησης

$M$  : ο αριθμός τόνων του  $j$  προϊόντος που απαιτεί  $i$  ενέργεια τελικής χρήσης.

#### **4.4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ**

Χρησιμοποιούμε την ανάλυση σεναρίων, για να συγκρίνουμε επιλογές που παρέχουν ένα δεδομένο επίπεδο των ενεργειακών υπηρεσιών. Αρχικά κάνουμε χρήση ενός κοινωνικοοικονομικού μοντέλου που παρέχει προβλέψεις για τον πληθυσμό, τη δομή και την οικονομική ανάπτυξη για μια συγκεκριμένη περιοχή ή κράτος από το τρέχον έτος έως ένα έτος που έχουμε θέσει ως στόχο.

Συνήθως απαιτούνται δύο τελικής χρήσης σενάρια: το βασικής γραμμής σενάριο και ένα αποδοτικό σενάριο που λαμβάνει υπόψη βελτιώσεις στην τελικής χρήσης απόδοση. Βέβαια, βελτιώσεις μπορούν να ληφθούν υπόψη και στο βασικό σενάριο, αρκεί αυτές να προκαλούνται φυσικά και όχι με μεσολαβήσεις της αγοράς που στοχεύουν σε βελτιώσεις της απόδοσης της ενέργειας τελικής χρήσης. Αν το βασικό σενάριο δεν περιλαμβάνει τις εν λόγω βελτιώσεις, αλλά διατηρεί σταθερά τα τρέχοντα επίπεδα της ενεργειακής απόδοσης, καλείται σταθερής απόδοσης σενάριο.

##### **4.4.1 ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

Το σταθερής απόδοσης σενάριο δεν είναι πραγματικό σενάριο, διότι αν και δεν πραγματοποιούνται προσπάθειες βελτίωσης της απόδοσης, οι εντάσεις της ενέργειας θα παρουσιάσουν μια αρνητική κλίση λόγω γήρανσης, λιγότερου αποδοτικού εξοπλισμού που τέθηκε εκτός λειτουργίας και αντικαταστάθηκε από νέο εξοπλισμό κ.λπ. Η χρήση ενέργειας στο σταθερής απόδοσης σενάριο υποδηλώνει ανάπτυξη των ενεργειακών υπηρεσιών, που αναφέρονται στα παρόντα επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών και ενεργειακής κατανάλωσης.

Με αυτό τον τρόπο το εν λόγω μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει τη μελλοντική ανάπτυξη των ενεργειακών υπηρεσιών. Βέβαια το επίπεδο των ενεργειακών υπηρεσιών είναι αρκετά δύσκολο να καθοριστεί, αφού υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι μέτρησης με διαφορετικές μονάδες, όπως τα lumen/hour, βαθμοί ανά τετραγωνικό μέτρο ενός κλιματιζόμενου χώρου κ.λπ.

Σε χώρες όπου δε χρησιμοποιείται το ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού, το εν λόγω σενάριο ταυτίζεται χρονικά με την επίσημη

πρόβλεψη. Το βασικό πρόβλημα που προκύπτει από τη χρήση της επίσημης πρόβλεψης ως βασικό σενάριο, είναι ότι δε μας παρέχει αρκετές λεπτομέρειες με τις οποίες θα αναπτυχθεί μια μεταβολή τελικής χρήσης ή θα καθοριστεί η βασική γραμμή για τις τελικής χρήσης αποδόσεις.

Προκειμένου να προσεγγίσουμε την ανάπτυξη ενός σεναρίου βασικής γραμμής θεωρούμε σταθερή την ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας από το τρέχον έτος έως και το έτος που έχουμε θέσει ως στόχο για την πρόβλεψή μας. Ένα περισσότερο δυναμικό σενάριο βασικής γραμμής είναι όπου θεωρούμε ότι μπορούμε να επιτρέψουμε αλλαγές στον εξοπλισμό, χωρίς όμως να επιτρέπει τη χρήση νέων τεχνολογιών. Σε αυτό το σενάριο η μέση ένταση ενέργειας, δεν είναι σταθερή, αλλά μειώνεται με το χρόνο.

#### **4.4.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΙΚΑΝΟ ΣΕΝΑΡΙΟ**

Αυτό το σενάριο συνυπολογίζει όλες τις πιθανές τεχνικές βελτιώσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν στον εξοπλισμό, σε κτίρια και διαδικασίες που παρουσιάζονται στο προβλεπόμενο έτος.

Αυτή η δυνατότητα μπορεί να χαρακτηριστεί από δύο εκδοχές:

Υποθετική εξοικονόμηση που θα μπορούσε να επιτευχθεί, αν όλα τα συστήματα μετατρέπονται στιγμιαία.

Η εξοικονόμηση που θα δύνατο να επιτευχθεί, αν όλα τα συστήματα που είναι προς απόσυρση, αντικατασταθούν με τα άλλα πιο αποδοτικά.

#### **4.4.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΣΕΝΑΡΙΟ**

Αυτό το σενάριο λαμβάνει υπόψη μόνο τις εναλλακτικές λύσεις που είναι αποδοτικές όσον αφορά το κόστος. Οι εναλλακτικές λύσεις της πλευράς ζήτησης εξετάζονται με προσοχή και το εν λόγω σενάριο περιλαμβάνει μόνο αυτά τα μέτρα που ικανοποιούν ένα δεδομένο κατώφλι αποτελεσματικού κόστους. Αν περάσει από αυτό το κριτήριο το μέτρο, τότε μόνο μπορεί να εφαρμοστεί και να ληφθεί υπόψη στην εξέλιξη του σεναρίου. Ίσως αντιπροσωπεύει περισσότερο την πραγματικότητα από τα άλλα δύο σενάρια, της βασικής ανάπτυξης και του τεχνικά ικανού σεναρίου, που εκπροσωπούν την απαισιόδοξη και την υπεραισιόδοξη εξέλιξη της ζήτησης φορτίου από πλευράς ενεργειακής έντασης.

Ωστόσο δε λαμβάνει υπόψη της την πραγματική ανταπόκριση του πελάτη στη διείσδυση των νέων τεχνολογιών.

#### **4.4.4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ**

Είναι σαφές ότι όλα τα μέτρα που είναι αποδοτικό όσον αφορά το κόστος δεν μπορούν να εφαρμοστούν μέσω της διαχείρισης φορτίου, καθώς και άλλων προγραμμάτων αποδοτικότητας της ενέργειας. Ένα παράδειγμα που το αποδεικνύει είναι ότι παρόλο που η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με λαμπτήρες φθορισμού είναι αποδοτική όσον αφορά το κόστος, υπάρχουν πελάτες που δε θέλουν να αντικαταστήσουν τις υπάρχουσες λάμπες στο σπίτι τους με τις λάμπες φθορισμού. Έτσι το σενάριο της εν δυνάμει ζήτησης συγκεντρώνει όλα τα μέτρα εξοικονόμησης που μπορούν να εφαρμοσθούν αποδοτικά.

Επιπρόσθετα στο τεχνολογικό κόστος, τα μέτρα αποδοτικότητας της ενέργειας περιορίζονται από το κόστος διαχείρισης, καθώς και από το κατά πόσο είναι εφικτό τεχνολογικά να πραγματοποιηθούν αυτά τα μέτρα. Για παράδειγμα η πιο αποδοτική τεχνολογία μπορεί να μην είναι κατάλληλη για μερικές εφαρμογές.

Επίσης, η προσέγγιση της πλήρους δυναμικής ζήτησης απαιτεί χρόνο και, ακόμα και αν υπάρχουν ισχυρά κίνητρα, οι νέες τεχνολογίες χρειάζονται χρόνο για να κατοχυρώσουν μια μεγάλη ζήτηση. Η επιτεύξιμη εν δυνάμει αγορά περιλαμβάνει ένα αυξανόμενο κλάσμα της συνολικής εν δυνάμει αγοράς στο χρόνο. Αυτό το ενδεχόμενο είναι μια συνάρτηση του επιτρεπόμενου χρόνου, του τύπου προγραμμάτων και των υπηρεσιών που λαμβάνουν μέρος και της τεχνικοοικονομικής αποδοτικότητας. Στο προηγούμενο σχήμα δίνουμε μια σύντομη συγκεντρωτική περιγραφή όλων των προαναφερόμενων σεναρίων.

**Πίνακας 4.1 : Σενάρια δυναμικής ζήτησης**

<b>Έτος βάσης</b>	<b>Κοινωνικοοικονομικά σενάρια για το προβλεπόμενο έτος</b>
Απαιτούμενες πληροφορίες Επίπεδα ενεργειακής υπηρεσίας Εντάσεις ενέργειας Κοινωνικοοικονομικοί δείκτες της ενεργειακής ζήτησης	Ανάπτυξη πληθυσμού Οικονομική δραστηριότητα Επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών Αυξομείωση της ενέργειας

<b>Ενεργειακά σενάρια για το προβλεπόμενο έτος</b>	
<p><b>Σενάριο σταθερής απόδοσης</b> Διατήρηση της ίδιας απόδοσης στην τελική χρήση τεχνολογίας</p> <p><b>Βασικό σενάριο</b> Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ακολουθεί την τρέχουσα τάση</p> <p><b>Τεχνικές δυνατότητες</b> Επιτυχής εφαρμογή μόνο των οικονομικά αποδοτικών επιλογών ή λύσεων σε όλους τους πελάτες</p>	<p><b>Εν δυνάμει αγορά</b> Επιτυχής εφαρμογή μόνο των οικονομικά αποδοτικών επιλογών στους κατάλληλους πελάτες</p> <p><b>Εφικτή δυνατότητα σε αγορά</b> Επιτυχής εφαρμογή μόνο των οικονομικά αποδοτικών επιλογών μόνο σε ένα ρεαλιστικό μικρό τμήμα κατάλληλων πελατών. Αυτό αποτελεί ίσως την καλύτερη προσομοίωση σεναρίου, αν και είναι η πιο δύσκολη στον προγραμματισμό της εκτέλεσης, λόγω έλλειψης κατάλληλων δεδομένων.</p>

#### **4.5 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ**

Έως τώρα περιγράφηκαν κάποια βασικά σενάρια. Εκτός αυτών χρειαζόμαστε κριτήρια αποδοτικού κόστους προκειμένου να επιλέξουμε ποιες επιλογές διαχείρισης φορτίου θα συμπεριληφθούν στο ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμού (IRP).

Για να διευκρινίσουμε τη διαδικασία επιλογής των επιλογών διαχείρισης φορτίου που θα συμπεριληφθούν τελικά στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων πόρων και για να αξιολογήσουμε τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, στη συνέχεια παρουσιάζουμε πέντε κριτήρια κέρδους και κόστους.

#### 4.5.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

Το κριτήριο αυτό καθορίζει τη διαφορά μεταξύ των ποσοτικοποιημένων κοστών που προέρχονται από τους συμμετέχοντες στο πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου και από τα κέρδη που λαμβάνονται από το μετέχοντα.

Τα πλεονεκτήματα της συμμετοχής περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Μείωση των λογαριασμών των εταιριών στους πελάτες.
- Οποιοδήποτε κίνητρο που πληρώθηκε από την εταιρία, όπως η επιχείρηση ηλεκτρισμού ή από άλλο τρίτο παράγοντα.
- Οποιοδήποτε κρατικό ή τοπικό φόρο που μειώθηκε.

Το κόστος για ένα πελάτη συμπεριλαμβάνει όλα τα έξοδα που προκαλούνται στον πελάτη ως αποτέλεσμα συμμετοχής του στο πρόγραμμα, όπως για παράδειγμα το κόστος εξοπλισμού, καθώς και το κόστος οποιασδήποτε λειτουργίας και συντήρησης.

Από την οπτική γωνία του συμμετέχοντα το πρόγραμμα είναι αποδοτικό ως προς το κόστος, εάν η παρούσα αξία των κερδών υπερβαίνει την παρούσα αξία του κόστους. Αυτή η αποδοτικότητα του κόστους μπορεί να εκφραστεί με διάφορους τρόπους, όπως η παρούσα αξία του δικτύου να είναι μεγαλύτερη του μηδενός ή όπως με το ρυθμό κέρδους-κόστους.

Η δυσκολία του εν λόγω κριτηρίου είναι να ανταμείψει το προεξοφλητικό επιτόκιο του πελάτη για κόστη και κέρδη που εμφανίζονται στο μέλλον.

Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι το εν λόγω τεστ είναι ασθενές. Είναι πολύ πιθανό το πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου να μην έχει ιδιαίτερη επιτυχία, εάν οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα χάσουν λεφτά.

#### 4.5.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΦΟΡΟΛΟΓΟΥΜΕΝΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ (ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ)

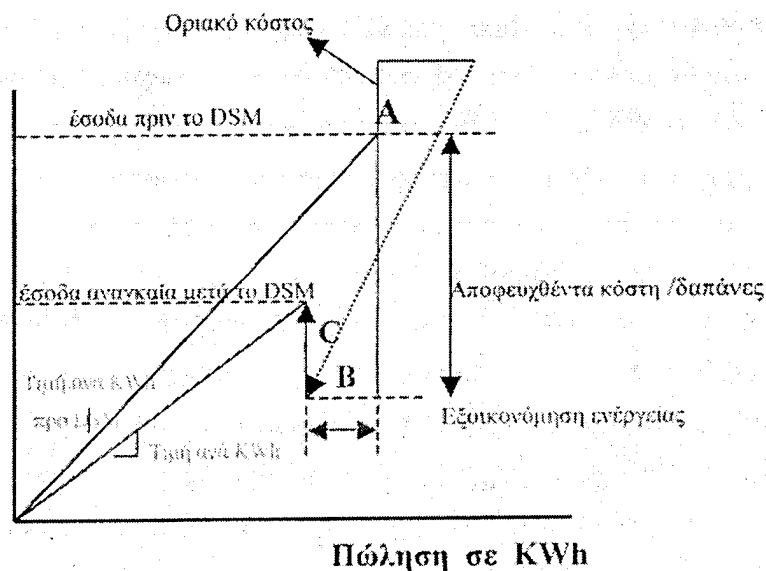
Αφορά το τι συμβαίνει στο κόστος ανά χρήση μονάδας κιλοβατώρας και που προκαλείται από ένα πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου. Αν το πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου προκαλεί την άνοδο του ποσού λόγω χρήσης που πρέπει να πληρωθεί, τότε οι μη συμμετέχοντες ακόμη και αν δε μεταβάλλουν της ενεργειακή τους χρήση θα δουν μια αύξηση στους τελικούς λογαριασμούς. Οι συμμετέχοντες που έχουν το ίδιο ποσό πληρωμής λόγω χρήσης,



μπορεί να δουν τους συνολικούς τους λογαριασμούς να μειώνονται, επειδή ακριβώς χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια.

Το χρηματικό κόστος ανά χρήση μονάδας κιλοβατώρας αυξάνεται, αν τα κέρδη της εταιρίας είναι λιγότερα από ότι το κόστος που προκαλείται από την εταιρία κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Τα κέρδη στο εν λόγω κριτήριο προκύπτουν από την εξοικονόμηση ενέργειας που γίνεται στην εταιρία λόγω αποφυγής εξόδων ενεργειακής τροφοδοσίας.

Αυτά τα αποφευχθέντα κέρδη ένα πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου να είναι αποδοτικό ως προς το κόστος χρησιμοποιώντας το κριτήριο του μη συμμετέχοντα, θα πρέπει το χρηματικό κόστος ανά χρήση μονάδας να μην αυξάνεται σαν αποτέλεσμα του προγράμματος. Αυτό σημαίνει εν ολίγοις ότι οι μη συμμετέχοντες δεν πρέπει να δουν αύξηση στους τελικούς τους λογαριασμούς. Για αυτό το λόγο καλείται και κριτήριο του μη χαμένου το οποίο επιτρέπει στο χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας ενέργειας να αυξάνεται αρκεί η αύξηση αυτού του κλάσματος με την εφαρμογή του φορτίου να είναι μικρότερη από την αύξηση του κλάσματος αυτού χωρίς το πρόγραμμα διαχείρισης. Αυτό σημαίνει ότι χωρίς το πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου, η εταιρία ίσως χρειαστεί να χτίσει καινούρια μονάδα παραγωγής ενέργειας αυξάνοντας ολοένα και περισσότερο το εν λόγω κλάσμα. Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω παρατίθεται στη συνέχεια ένα σχηματικό παράδειγμα. Ξεκινάμε τη λειτουργία της εταιρίας στο σημείο A. Η κλίση της ευθείας από την αρχή των αξόνων ως το σημείο A εκφράζει τη μέση τιμή πριν την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης φορτίου που πρέπει να χρεωθεί για μια kWh ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου η εταιρία / ΔΕΗ να παράγει τα απαιτούμενα έσοδα. Υποθέτουμε ότι το οριακό κόστος του ηλεκτρισμού είναι πολύ υψηλό, όπως φανερώνεται από την απότομη κλίση της καμπύλης των εσόδων. Εάν ένα πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου θα μπορούσε να μειώσει την ενεργειακή ζήτηση χωρίς κάποιο κόστος, τότε η εταιρία / ΔΕΗ θα μπορούσε να λειτουργήσει στο σημείο B. Επειδή, όμως, το πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου δεν είναι δωρεάν, προκύπτει ότι η εταιρία θα πρέπει να συγκεντρώσει έσοδα αρκετά, ώστε να καλύπτει την εφαρμογή ότι η εταιρία θα πρέπει να συγκεντρώσει έσοδα αρκετά, ώστε να καλύπτει την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης φορτίου, όπως επίσης και το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τοποθετώντας στο σημείο C του διαγράμματος.



**Σχήμα 4.1** : Επιτυχημένο παράδειγμα του κριτηρίου του μη συμμετέχοντα.

Στο σημείο C, η τιμή που πρέπει να χρεώσει η εταιρία για μια kWh ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρότερη από ότι όταν χρεωνόταν προ εφαρμογής του προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης φορτίου. Όλοι κερδίζουν σε αυτό το σενάριο, αφού το χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας μειώνεται. Τα τελικά συμπεράσματα που εξαγάγουμε είναι τα εξής:

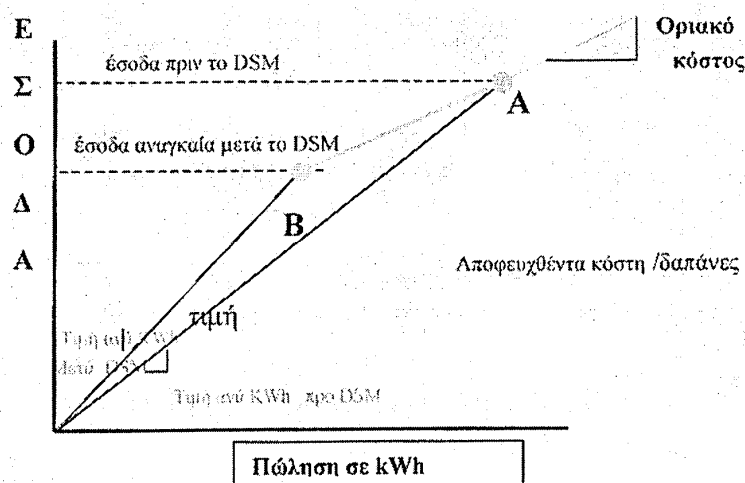
- Το κριτήριο του μη συμμετέχοντα είναι ικανοποιητικό.
- Οι πελάτες δε θα δουν να αυξάνεται το χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας, αρκεί βέβαια το κόστος εξοικονόμησης μιας kWh να είναι μικρότερο από τη διαφορά ανάμεσα στο οριακό κόστος ηλεκτρισμού και του μέσου κόστους. Στο παρακάτω παράδειγμα υποθέτουμε ότι το οριακό κόστος ηλεκτρισμού είναι μεγαλύτερο από το μέσο κόστος. Σε περίπτωση που συμβαίνει το αντίθετο, τότε οποιαδήποτε μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού θα αυξήσει τους ρυθμούς (χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας ενέργειας), ακόμα και αν η εφαρμογή του DSM είναι δωρεάν. Αυτό φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα.

Στην περίπτωση που το οριακό κόστος είναι μικρότερο του μέσου κόστους, η εξοικονόμηση ηλεκτρισμού μετακινεί την εταιρία

από το σημείο A στο σημείο B. Παρατηρούμε ότι οι συνολικές απαιτήσεις εσόδων για την εταιρία είναι χαμηλότερες στο σημείο B, αν και οι ρυθμοί χρειάζονται να αυξηθούν (η κλίση από την αρχή των αξόνων μέχρι το σημείο B). Αυτό εμφανίζει ένα σημαντικό σημείο. Ο μέσος λογαριασμός για όλους τους πελάτες στο επόμενο σχήμα μειώνεται μετά την εφαρμογή του DSM, αλλά ακόμα και αν το κλάσμα αυξάνεται, οι μη συμμετέχοντες πελάτες θα δουν τους λογαριασμούς τους να αυξάνονται.

Γενικεύοντας μπορούμε να πούμε ότι το κριτήριο του μη συμμετέχοντα απλώς εξετάζεται η μέση τελική τιμή της kWh ανά χρήση, η οποία, αν είναι μεγαλύτερη από την αρχική, δε θα ευνοήσει το μη συμμετέχοντα, γιατί θα αυξηθεί ο λογαριασμός του.

Συμπέρασμα: αν το μέσο κόστος μετά την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης ζήτησης φορτίου είναι μεγαλύτερο από το οριακό κόστος του προγράμματος διαχείρισης ζήτησης φορτίου, δε θα ξεπεράσει το εν λόγω κριτήριο, το οποίο είναι πολύ αυστηρό.



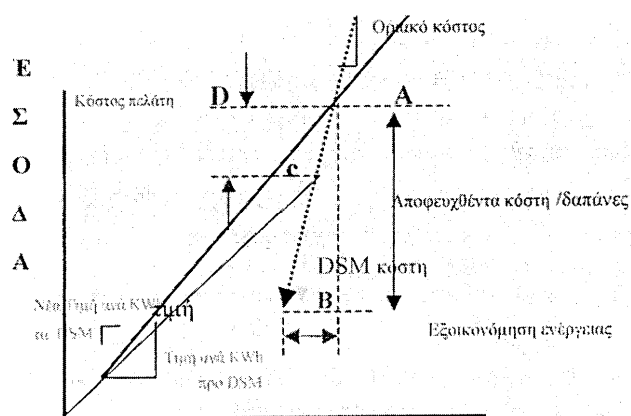
**Σχήμα 4.2 :** Αποτυχημένο παράδειγμα του κριτηρίου του μη συμμετέχοντα.

### 4.5.3 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

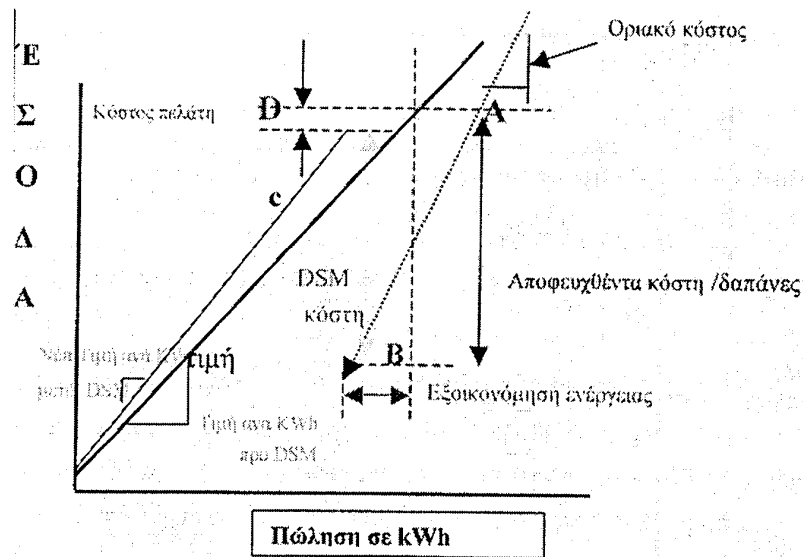
Αυτό το κριτήριο συγκρίνει τα συνολικά κόστη ενός προγράμματος διαχείρισης φορτίου (που περιλαμβάνει τα κόστη που προέρχονται τόσο από την εταιρία, όσο και από τον συμμετέχοντα) και τα αποφευχθέντα κόστη της ενεργειακής τροφοδότησης.

Από αυτήν την προοπτική ένα πρόγραμμα είναι αποδοτικό ως προς το κόστος, εάν τα κέρδη (που είναι τα συνολικά αποφευχθέντα κόστη) υπερβαίνουν τα συνολικά κόστη που προκαλούνται από την εταιρία και τον πελάτη. Το συγκεκριμένο κριτήριο είναι το πιο εύχρηστο χρησιμοποιούμενο μέτρο για το πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου όσον αφορά την αποδοτικότητα κόστους από τη στιγμή που παρέχει μία ένδειξη σχετικά με το εάν το ολικό κόστος στην εταιρία και τους πελάτες μειώνεται. Τα κέρδη είναι το συνολικό αποφευχθέν κόστος, αλλά στην προκειμένη περίπτωση τα κόστη είναι το άθροισμα των κοστών που προκαλούνται από τους πελάτες και την εταιρία.

Παρατηρούμε ότι τα μέτρα που λαμβάνονται στο πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου μπορεί να περάσουν το κριτήριο του μη συμμετέχοντα, αλλά μπορεί να αποτύχουν στο κριτήριο ολικού κόστους (φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί). Βέβαια μπορεί να συμβεί και το αντίστροφο, δηλαδή μέτρα που λαμβάνονται στο πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου μπορεί να περάσουν το κριτήριο του ολικού κόστους, αλλά μπορεί να αποτύχουν στο κριτήριο μη συμμετέχοντα. Με άλλα λόγια δεν είναι αυστηρά σίγουρο.



**Σχήμα 4.3 :** Επιτυχημένο παράδειγμα του κριτηρίου του μη συμμετέχοντα, αλλά αποτυχημένο για το κριτήριο ολικού κόστους.



**Σχήμα 4.4:** Επιτυχημένο παράδειγμα του κριτηρίου ολικού κόστους, αλλά αποτυχημένο για το κριτήριο του μη συμμετέχοντα.

#### 4.5.4 ΤΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Είναι μια διαφορετική εκδοχή του ολικού κόστους. Η μόνη διαφορά που υπάρχει είναι ότι μπορεί να περιλαμβάνει ποσοτικά αποτελέσματα αντίκτυπων, όπως τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μέσα στο πλαίσιο των κοστών και των κερδών.

#### 4.5.5 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

Το κριτήριο αυτό συγκρίνει τα κόσθη και τα κέρδη. Έστω ότι τα κέρδη είναι το αποτέλεσμα των αποφευχθέντων εξόδων-κοστών (καύσιμα, κόστος λειτουργίας κ.λπ.) που εξοικονομούνται από τη συντήρηση. Τα κόσθη είναι κυρίως αυτό της εταιρίας που συνδέονται άμεσα με την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης ζήτησης φορτίου (επιστροφές χρημάτων, εκπτώσεις και κόσθη διαχείρισης). Αυτό το κριτήριο διαφέρει από το κριτήριο ολικού κόστους στο ότι υπολογίζει μόνο τα κόσθη της εταιρίας χωρίς να περιλαμβάνει τα κόσθη των πελατών.

Όταν τα κέρδη υπερβαίνουν τα κόστη το τεστ αυτό είναι μια ικανοποιητικά ένδειξη για τα συνολικά απαιτούμενα έσοδα της εταιρίας ηλεκτρισμού, έτσι ώστε ο μέσος λογαριασμός του πελάτη να είναι χαμηλός. Ακόμη και αν τα συνολικά έσοδα της εταιρίας πέφτουν, το πραγματικό χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας ενέργειας μπορεί να είναι υψηλότερο μετά την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης φορτίου, έτσι ώστε οι λογαριασμοί των συμμετεχόντων να αυξάνονται ακόμα και αν ο μέσος λογαριασμός των πελατών μειώνεται. Το εν λόγω κριτήριο είναι πιο ικανοποιητικό από το κριτήριο ολικού κόστους. Τα σχ.4.3 και 4.4 ικανοποιούν το κριτήριο αυτό.

#### **4.5.6 ΣΥΝΟΨΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ**

Εν περιλήψει παραθέτουμε τα πέντε κριτήρια. Τα τρία πιο σημαντικά από αυτά είναι: το κριτήριο του μη συμμετέχοντα, το κριτήριο του συνολικού κόστους και το κριτήριο του κόστους της εταιρίας.

Το κριτήριο του μη συμμετέχοντα εξετάζει κυρίως εάν το χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας ενέργειας μειώνεται ή αυξάνεται μετά την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης ζήτησης φορτίου. Για να περάσει ένα τέτοιο μέτρο το κριτήριο του μη συμμετέχοντα θα πρέπει το εν λόγω κριτήριο, το οριακό κόστος πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το μέσο κόστος και η διαφορά μεταξύ τους να είναι το μέγιστο ποσό που μπορεί να ξοδευτεί κατά την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης φορτίου.

Το κριτήριο του συνολικού κόστους βασικά ερευνά εάν η κοινωνία είναι εν γένει καλύτερα χωρίς την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης φορτίου. Το κριτήριο αυτό είναι ικανοποιητικό εάν το συνολικό κόστος συντήρησης είναι μικρότερο από το κέρδος που συνδέεται με τη μείωση της ζήτησης στο σύστημα ενεργειακού φορτίου της εταιρίας. Έτσι, ενώ οι λογαριασμοί της εταιρίας μειώνονται, το χρηματικό κόστος ανά κατανάλωση μονάδας ενέργειας αυξάνεται έτσι ώστε οι μη συμμετέχοντες να έχουν αυξημένους λογαριασμούς. Το κριτήριο αυτό αποτελεί ένα κοινά εφαρμοζόμενο μέτρο για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας του μέτρου διαχείρισης φορτίου.

Τέλος, το κριτήριο κόστους της εταιρίας ερευνά αν η εταιρία εξοικονομεί περισσότερα χρήματα αποφεύγοντας τα έξοδα που αφορούν την εκτέλεση του προγράμματος διαχείρισης ζήτησης φορτίου. Οι μέσοι λογαριασμοί μειώνονται αν το πρόγραμμα

διαχείρισης φορτίου περάσει το κριτήριο του κόστους της εταιρίας. Οι μη συμμετέχοντες μπορεί να δουν υψηλότερους λογαριασμούς και μέχρι οι πελάτες να πληρώσουν για τις αποδοτικές συσκευές, καθώς και μέχρι η εταιρία να πληρώσει για την εφαρμογή του προγράμματος διαχείρισης φορτίου, η κοινωνία ενδέχεται να έχει ξοδέψει περισσότερα στις ενεργειακές υπηρεσίες από ότι πριν, παρόλο που το μέτρο διαχείρισης φορτίου ικανοποιεί το κριτήριο.

**Πίνακας 4.2 :** Σύνοψη κριτηρίων

<b>ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ</b>	<b>ΚΕΡΔΗ</b>	<b>ΚΟΣΤΗ</b>
Συμμετέχων	Κίνητρα από την εταιρία και άλλα επιπρόσθετα μείωση του λογαριασμού ηλεκτρικού ρεύματος	Κόστος του συμμετέχοντα λόγω της συμμετοχής του
Μέτρο επίπτωσης στο ρυθμό: χρηματικό κόστος ανά χρήση / κατανάλωση μονάδας ενέργειας	Αποφευχθέντα κόστη τροφοδοσίας (παραγωγή, μεταφορά, διανομή) βασισμένα στη μείωση ενέργειας και φορτίου	Κόστος των προγραμμάτων της εταιρίας (συμπεριλαμβανομένου των κινήτρων του συμμετέχοντα) και επιπρόσθετα την απώλεια των εσόδων της εταιρίας στο δίκτυο λόγω των μειωμένων πωλήσεων
Απαιτούμενα έσοδα εταιρία	Όπως παραπάνω	Κόστος των προγραμμάτων της εταιρίας συμπεριλαμβανομένου των κινήτρων του συμμετέχοντα
Συνολικό κόστος πόρων	Όπως παραπάνω	Συνολικό κόστος προγράμματος και στους συμμετέχοντες και στην εταιρία (χωρίς να περιλαμβάνει τα κίνητρα)

Κοινωνικός	Ίδιο όπως παραπάνω και επιπρόσθετα κέρδη από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως μείωση της μόλυνσης / ρύπανσης	Όπως παραπάνω
------------	---	---------------

#### 4.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ένας σημαντικός σκοπός του ολοκληρωμένου πλαισίου σχεδιασμού είναι να αντιμετωπίσει το πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου ως πόρο ενέργειας σε συνδυασμό με τις παραδοσιακές πηγές τροφοδότησης και εν συνεχεία να επιλέξει το χαμηλότερο κόστους συνδυασμό αυτών των πόρων, έτσι όπως προβλέπεται από τις ανάγκες των ενεργειακών υπηρεσιών. Τα αποφευχθέντα κόστη που εξοικονομούνται επενδύοντας στο πρόγραμμα διαχείρισης φορτίου μπορεί να είναι πιο επικερδή από ότι η εξοικονόμηση που κάνουμε με το να μη χτίζουμε μια καινούρια μονάδα παραγωγής ενέργειας. Πολλές αναλυτικές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εκτιμήσουν την οικονομική αξία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το εύρος των μεθόδων περιλαμβάνει με φθίνουσα σειρά από τις πιο ποιοτικές ως τις πιο ποσοτικές τα εξής:

- Υποκειμενικές εργασίες αξιολόγησης
- Διατάξεις πρώτιστης βαρύτητας
- Οριακά κόστη
- Ζήτηση που να συνεπάγεται περιβαλλοντική αβρότητα
- Ευρύ υπολογισμό του κόστους ζημιάς

Σήμερα όσο ποτέ άλλοτε, όλη η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα είναι ιδιαίτερα ανήσυχη για θέματα που αφορούν τις επιπτώσεις της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο περιβάλλον. Η ανάγκη για αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και για τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων είναι κάτι που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη, κατά το σχεδιασμό της ανάπτυξης των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Διεθνείς συμβάσεις και συνεργασίες έχουν έναν τέτοιο προσανατολισμό. Αποτέλεσμα αυτής της παγκόσμιας ανησυχίας για τις επιπτώσεις που έχει το περιβάλλον η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν η διεθνής σύμβαση-πλαίσιο του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή που



υπογράφηκε στο Kyoto. Αυτή η συνάντηση στο Kyoto αποτελεί και το πιο σημαντικό βήμα που έγινε τις τελευταίες δύο δεκαετίες από όλη την παγκόσμια κοινότητα. Ο κατ' εξοχήν στόχος της Σύμβασης είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίων στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ωστόσο τίθεται το πρόβλημα της οικονομικής αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ώστε να είναι δυνατή η ολοκληρωμένη τεχνικοοικονομική σύγκριση μέτρων εξοικονόμησης και διαχείρισης φορτίου και κατασκευής-επέκτασης των συμβατικών σταθμών παραγωγής.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ηλεκτρική ενέργεια παρέχει ευελιξία στη μεταφορά και τη χρήση της, γεγονός που της επιτρέπει να καλύπτει μεγάλο μέρος φορτίων. Έχει συμβάλει σημαντικά στην ευμάρεια όλων των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων οικονομιών. Παρ' όλα αυτά, το ποσοστό των πρωτογενών πηγών ενέργειας που καταναλώνονται ετησίως κατά τη διαδικασία παραγωγής - μεταφοράς - διανομής ηλεκτρισμού είναι της τάξης του 35% του συνόλου των διατιθεμένων ενεργειακών πόρων, ενώ το ποσοστό ωφέλιμης ενέργειας που καταλήγει στην τελική χρήση είναι λιγότερο του 20%). Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή και διάθεση 1KWh στην τελική κατανάλωση απαιτεί 3KWh θερμικής ενέργειας. Ο χαμηλός βαθμός ενεργειακής απόδοσης είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιείται με τον πλέον οικονομικό και ορθολογικό τρόπο.

Το βασικότερο πλεονέκτημα της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης είναι ότι είναι φθηνότερη από την παραγωγή ενέργειας. Το κόστος εξοικονόμησης 1KWh είναι εν γένει χαμηλότερο από το αντίστοιχο κόστος παραγωγής αυτής. Αν και είναι φανερό ότι κοστίζει λιγότερο η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης από ότι η εύρεση νέων παροχών ενέργειας, επενδύσεις πάνω στην αποδοτικότητα και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι δυσκολότερο να χρηματοδοτηθούν από ότι οι καθιερωμένες πηγές ενέργειας. Η ουσία είναι ότι υπάρχει μία σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ αυτών που παράγουν και αυτών που την καταναλώνουν, αφού έχουν διαφορετικές προτεραιότητες, οικονομικά συμφέροντα και διαθέσιμα κεφάλαια. Ο κύριος σκοπός είναι να γεφυρωθεί, όσο είναι βέβαιο δυνατό, το παραπάνω χάσμα ακολουθώντας τέτοια πολιτική που θα επικεντρώνεται σε εφαρμογή καινοτομιών και επενδύσεων πάνω στη βελτίωση της απόδοσης ενέργειας.

Όσον αφορά το περιβάλλον πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι σήμερα η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα είναι ιδιαίτερα ανήσυχη για θέματα που αφορούν τις επιπτώσεις της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σ' αυτό. Η ανάγκη αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου και η άμεση μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων είναι ζητήματα που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, κατά το σχεδιασμό της ανάπτυξης των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Διεθνείς συμβάσεις και συνεργασίες έχουν ένα τέτοιο προσανατολισμό. Η διεθνής σύμβαση του Kyoto περιλαμβάνει περιβαλλοντικούς περιορισμούς σε επίπεδο

Ηνωμένων Εθνών και Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το πρωτόκολλο αυτό ήταν αποτέλεσμα της παγκόσμιας ανησυχίας για τις επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος της σύμβασης ήταν η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι πηγές της ενέργειας διακρίνονται σε πρωταρχικές και δευτερεύουσες, όπως επίσης σε ανανεώσιμες και πεπερασμένες πηγές ή συμβατικές. Τα τελευταία χρόνια έγινε αντιληπτή η ανάγκη αποδοτικότερης χρησιμοποίησης των πηγών ενέργειας τόσο των «συμβατικών», όσο και των «ανανεώσιμων» μορφών της. Οι συμβατικές μορφές ενέργειας έχουν το χαρακτηριστικό ότι σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις -εξαιρώντας εν μέρει τα ύδατα- είναι πεπερασμένες, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, αλλά είναι οικονομικότερες και πιο εύκολα ελέγξιμες ως προς τη χρήση τους έναντι των ανανεώσιμων. Σε αντίθεση οι ανανεώσιμες πηγές ως προς την εκμετάλλευσή τους -εξαιρουμένου των μικρών υδροηλεκτρικών- είναι είτε αντιοικονομικές (φωτοβολταϊκά συστήματα), είτε βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο (κυψέλες καυσίμου). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μαζί με τις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμότητας - ηλεκτρισμού, αναπτύσσονται ραγδαία κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, εγκαθίστανται σε διάφορες περιοχές και έχουν την τάση να συνδέονται και να λειτουργούν παράλληλα με τα μεγάλα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευσή τους.

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέτρο, τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος, όσο και για την περιστολή της διαρροής σκληρού συναλλάγματος από την εθνική οικονομία της χώρας μας προς εξασφάλιση της απαιτούμενης, για τις ανθρώπινες δραστηριότητες, 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 τη μέση της δεκαετίας του '70. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων, η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασης

του, καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον 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.

Η εφαρμογή ενός προγράμματος *Ενεργειακής Διαχείρισης* προϋποθέτει πριν από οτιδήποτε, την ύπαρξη κατάλληλου σύγχρονου θεσμικού πλαισίου και ολοκληρωμένης στρατηγικής για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, που θα προωθεί τον ενεργειακό σχεδιασμό και την ανακατασκευή κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων. Στη στρατηγική αυτή θα πρέπει να προβλέπονται κίνητρα για κατασκευαστές και χρήστες, καθώς και νέοι αυστηροί κανονισμοί ενεργειακών μελετών και έλεγχοι εφαρμογής τους. Ένα τέτοιο σχέδιο δράσης προωθεί τελευταία το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. για τον τριτογενή τομέα της χώρας.

Οι *σημαντικότεροι νόμοι* σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας αναφέρονται στην απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και τη ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής, τη ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμβατικά καύσιμα. Προβλέπουν επιδοτήσεις και επενδύσεις ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε όλους τους βιομηχανικούς καταναλωτές και στο ευρύτερο τριτογενή τομέα. Παρέχουν οικονομικά και θεσμικά κίνητρα για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ορθολογικής χρήσης ενέργειας. Σχετίζονται με τη σύσταση του σώματος ενεργειακού ελέγχου και σχεδιασμού για την εισαγωγή, μεταφορά, εμπορία και διανομή του φυσικού αερίου. Αξίζει να σημειωθεί το «Σχέδιο δράσης ενέργειας 2001», που ασχολείται με την εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιακό τομέα. Τα βασικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του νόμου είναι η απελευθέρωση της παραγωγής ενέργειας αρχικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τίθενται οι βάσεις για την ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας και συμπαραγωγής στο βιομηχανικό και τριτογενή τομέα, δραστηριότητες που εφαρμόζονται με ικανοποιητικά αποτελέσματα σε χώρες της Ευρώπης και στις ΗΠΑ.

Μια από τις αποδοτικότερες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας με τα αρκετά πλεονεκτήματα είναι η *Συμπαραγωγή*, δηλαδή η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής (ή μηχανικής) και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Την χαρακτηρίζουν α)

ο υψηλός βαθμός απόδοσης, εφόσον οι σταθμοί συμπαραγωγής ανακτούν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας που αποβάλλεται στο περιβάλλον, β) εκμετάλλευση χαμένης θερμότητας, μιας και η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση, όσο και για ψύξη κλιματισμού, γ) όφελος για την Εθνική Οικονομία, εξ' αιτίας της μείωσης εκροής συναλλάγματος, δ) ευελιξία εγκατάστασης, λόγω του ότι τα συστήματα συμπαραγωγής έχουν μικρότερο μέγεθος και ταχύτερο χρόνο εγκατάστασης από τους μεγάλους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής αυξάνουν την αξιοπιστία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το πρώτο στάδιο στην προσπάθεια εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι η *ενεργειακή επιθεώρηση* των ηλεκτρικών συστημάτων. Η επιθεώρηση εξετάζει και καταγράφει λεπτομερώς τη λειτουργία και το κόστος του ηλεκτρικού συστήματος. Εντοπίζονται τα φορτία, οι περιοχές και ο εξοπλισμός που προσφέρονται για επεμβάσεις που θα συμβάλουν ουσιαστικά στη βελτίωση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης του συνόλου της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και στη μείωση της σπατάλης της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι επεμβάσεις επιλέγονται σε καθαρά οικονομική βάση, με κύριο κριτήριο την σε εύλογο χρονικό διάστημα ανάκτηση του αρχικού κεφαλαίου της επένδυσης μέσω της προκύπτουσας μείωσης των λειτουργικών δαπανών. Σημαντική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της σωστής διαχείρισης των ηλεκτρικών συστημάτων των κτιρίων του εμπορικού τομέα και των βιομηχανιών. Οι βασικές παρεμβάσεις διαχείρισης σε ένα ηλεκτρικό σύστημα μπορεί να αφορούν μεταξύ άλλων την εφαρμογή απλών μέτρων νοικοκυρέματος, τη συντήρηση του βασικού εξοπλισμού και την οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος. Σε ό,τι αφορά τον περιορισμό στις σπατάλες, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των περιπτώσεων καταναλώσεων και ο περιορισμός ή η απάλειψή τους. Η συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και του βασικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού εξασφαλίζει την ομαλή και οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος. Από τα συμπεράσματα της ενεργειακής επιθεώρησης είναι πιθανό να προσδιοριστούν περιπτώσεις, όπου προσφέρονται δυνατότητες παρέμβασης στη διαμόρφωση της καμπύλης των ωριαίων και των μηνιαίων φορτίων, με βασικό στόχο τη βελτίωση του συντελεστή φορτίου.

Ο *εκσυγχρονισμός του ηλεκτρικού συστήματος* επιχειρείται μόνο στην περίπτωση που έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες ορθολογικής διαχείρισης και έχουν ληφθεί όλα τα αναγκαία μέτρα νοικοκυρέματος. Σκοπός των παρεμβάσεων εκσυγχρονισμού είναι η

μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού και η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών ή η αύξηση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας. Η ιεράρχηση των παρεμβάσεων εκσυγχρονισμού βασίζεται κυρίως στην οικονομικότητα, την αξιοπιστία και τον πιθανό κίνδυνο που συνεπάγεται.

Η *μελέτη φωτισμού* αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας. Από την προβλεπτικότητα και την πληρότητα της εξαρτάται η ορθή και οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης φωτισμού. Το πρώτο στάδιο και ίσως το βασικότερο μιας μελέτης φωτισμού είναι ο προσδιορισμός των απαιτήσεων που πρέπει να καλύψει η εγκατάσταση, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη τεχνική λύση με το χαμηλότερο δυνατό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης. Το δεύτερο στάδιο μιας μελέτης είναι ο προσδιορισμός της τεχνικής του φωτισμού που θα εφαρμοστεί (υπερισχύων άμεσος, υπερσχύων έμμεσος ή μεικτός). Η επιλογή της τεχνικής του φωτισμού εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου, από τυχόν ιδιαιτερότητες που πιθανόν να εμφανίζει, από τους συντελεστές ανάκλασης που παρουσιάζουν οι επιφάνειες που τον προσδιορίζουν, καθώς και από τις ποιοτικές και ποσοτικές απαιτήσεις σε φωτισμό.

Η χρήση του *φυσικού αερίου* στα μεγάλα κτίρια του εμπορικού τομέα και του τομέα παροχής υπηρεσιών και στη βιομηχανία μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση του περιβάλλοντος και στην ορθολογική χρήση της ενέργειας. Οι εμπορικοί καταναλωτές είναι οι πλέον κατάλληλοι για ένταξη στο δίκτυο και χρήση του φυσικού αερίου στο ενεργειακό τους σύστημα με στόχο τη μερική υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας με ενέργεια από φυσικό αέριο, απαιτεί την αντικατάσταση όλων των σχετικών συσκευών και εξοπλισμού, γεγονός που δυσκολεύει τις δυνατότητες διείσδυσης του φυσικού αερίου. Η αντικατάσταση των συσκευών μπορεί να αντισταθμιστεί με χαμηλότερες τιμές φυσικού αερίου. Ας σημειωθεί επίσης ότι οι συσκευές φυσικού αερίου δικαιούνται φοροαπαλλαγής για το 75% της αξίας τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα Κτίρια», Κ.Α.Π.Ε., Αθήνα 1996.
- [2] «Οδηγός Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας», Κ.Α.Π.Ε., Αθήνα 1996.
- [3] «Οδηγός Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων», Κ.Α.Π.Ε., Αθήνα 1996.
- [4] «Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Φωτισμό», Κ.Α.Π.Ε., Αθήνα 1996.
- [5] «Βιομηχανικές – Κτιριακές Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις», Π.Δ. Μπούρκας, Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1998.
- [6] «Δίκτυα Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας», Μ.Π. Παπαδόπουλος, Τόμος Α, Αθήνα 1994.
- [7] «Ηλεκτρική Οικονομία», Γ. Κονταξής, Β.Κ. Παπαδιάς, Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1996.
- [8] «Φωτοτεχνία, Βασικές Αρχές Φωτομετρίας και Μελέτες Φωτισμού», Φ.Β. Τοπαλής, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1995.
- [9] «Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας : Καταγραφή, Ανάλυση και Αξιολόγηση», Ι.Δ. Τρίγκα, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2000.
- [10] «Έρευνα Ηλεκτρικού Φορτίου στους Οικιακούς και Βιομηχανικούς Καταναλωτές Χαμηλής Τάσης», Έκθεση Δ.Ε.Δ. – Δ.Ε.Η., Αθήνα 1992.
- [11] «Η Μελέτη Ηλεκτρικού Φορτίου στη Δ.Ε.Η. για τα έτη 1998-1993», Έκθεση Δ.Ε.Δ. – Δ.Ε.Η., Αθήνα Δεκέμβριος 1994.
- [12] «Διαδικασίες Απαιτήσεις και Κατευθύνσεις για τη Διεξαγωγή Ενεργειακών Επιθεωρήσεων», Αριθμός Πρωτοτύπου Δ6/Β/11038, Φ.Ε.Κ. 1526/Β/27-8-99, Αθήνα 1999.