



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχ. και Μηχανικών Υπολογιστών

Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος

Εργαστήριο Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων & Διοίκησης

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ,
ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
& ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ
ΣΕ ΜΙΑ ΧΗΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

Μεταπτυχιακή Εργασία
για το μάθημα « Ενεργειακός Προγραμματισμός Ελαχίστου Κόστους»
του
Γεώργιου Ι. Τσεκούρα

Διδάσκοντες : κ. Ι. Ψαρράς, Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.
κ. Ι.Σαμουηλίδης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
κ. Γ.Μέντζας, Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2000

.....
Γεώργιος Ι. Τσεκούρας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος Ι. Τσεκούρας

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία ασχολείται με την καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς -και κυρίως της ηλεκτρικής- της χημικής βιομηχανίας παραγωγής αφρώδους υλικού «Ι.Ε.Σακαλάκη Α.Ε.Β.Ε.». Παράλληλα γίνεται μία προσπάθεια αναγνώρισης του ηλεκτρικού φορτίου της και μελετάται μία σειρά μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και τιμολογιακών μέτρων, τα οποία υπό ορισμένες συνθήκες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν. Η εργασία εντάσσεται στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος «Ενεργειακός Προγραμματισμός Ελαχίστου Κόστους».

Η εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια και τέσσερα παραρτήματα. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η βασική οριοθέτηση του προβλήματος που καλούμαστε να λύσουμε με την παρούσα εργασία, η εισαγωγή ορισμένων εισαγωγικών εννοιών -π.χ. κύριες κατηγορίες μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας- και βασικών ορισμών και παραδοχών -όπως ποιές είναι οι παραδοχές που θα εφαρμόζουμε για την αποπληρωμή μίας επένδυσης-, που θα χρησιμοποιήσουμε στην υπόλοιπη εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στη βασική λειτουργική δομή της χημικής βιομηχανίας, η ανάλυση του φορτίου της στους βασικούς της υποτομείς και τέλος ο προσδιορισμός της χρονολογικής καμπύλης φορτίου κατά τις διάφορες χρονικές περιόδους -χειμώνα, φθινόπωρο-άνοιξη και καλοκαίρι-, ώστε να είναι γνωστή, όσο το δυνατό ακριβέστερα, η ηλεκτρική συμπεριφορά του καταναλωτή.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η τεχνικοοικονομική μελέτη μίας σειράς μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς, αντικατάσταση της θέρμανσης των ηλεκτρικών καλοριφέρ και των κλιματιστικών με καλοριφέρ πετρελαίου ή θερμοσυσσωρευτές, αντικατάσταση υαλοστασίων, πιο ορθολογική λειτουργία των κινητήρων με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων κτλ..

Ομοίως και στο τέταρτο κεφάλαιο μελετούνται με τεχνικοοικονομικά κριτήρια τιμολογιακά μέτρα, όπως η πραγματοποίηση χωρητικής αντιστάθμισης, η διαχείριση φορτίου με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων, η αλλαγή τιμολογίου είτε στο ίδιο επίπεδο της χαμηλής τάσης, είτε μεταβαίνοντας σε τιμολόγια της μέσης τάσης με την κατασκευή υποσταθμού και εγκατάσταση του κατάλληλου μετασχηματιστή.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μία σύνοψη των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων και μία διερεύνηση των περαιτέρω περιοχών για μελέτη νέων προβλημάτων.

Ακολουθούν τα τέσσερα παραρτήματα. Στο πρώτο παράρτημα παρουσιάζεται αναλυτικά η καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς της επιχείρησης με ιδιαίτερη

έμφαση στον ηλεκτρικό τομέα. Στο δεύτερο παράρτημα παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά στοιχεία των βιομηχανικών τιμολογίων χαμηλής και μέσης τάσης, ενώ στο τρίτο παρουσιάζεται ο κώδικας των διαφόρων προγραμμάτων σε FORTRAN μέσω των οποίων πραγματοποιήθηκε η μελέτη των διάφορων τιμολογιακών μέτρων. Τέλος στο τέταρτο παράρτημα καταγράφονται τα ελληνικά και ξένα συγγράμματα, τα άρθρα, τα ενημερωτικά φυλλάδια και οι εκθέσεις από τα οποία αντλήθηκαν πληροφορίες, χρήσιμες για τη συγγραφή της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Για την εκτέλεση αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου προς τον κύριο Ι. Ψαρρά, -επίκουρο καθηγητή του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου-, για την καθοδήγησή του, τις διορθωτικές του παρεμβάσεις και τις χρήσιμες και συνάμα εύστοχες παρατηρήσεις του κατά την εξέλιξη της εργασίας.

Ακόμη θέλω να ευχαριστήσω θερμά τους κυρίους Ι.Χαλκιαδάκη, Χ.Τσελέντη, Δ.Βουμβουλάκη -ηλεκτρολόγους μηχανικούς της Δ.Ε.Δ. της Δ.Ε.Η.-, και κυρίως τον κύριο Κ.Αναστασόπουλο -τομεάρχη στον τομέα πωλήσεων και εξοικονόμησης ενέργειας της Δ.Ε.Δ. της Δ.Ε.Η.- για τη συνεργασία τους ως προς την επεξήγηση των ηλεκτρικών τιμολογίων και ως προς τις παρατηρήσεις τους γύρω από την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τέλος επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην κυρία Μ.Σακαλάκη και στον κύριο Δ.Πετραλή για τη φιλοξενία τους στη χημική βιομηχανία παραγωγής αφρώδους υλικού «Ι.Ε.Σακαλάκη Α.Ε.Β.Ε.» και στους κυρίους Δ. Βασιλείου και Θ. Μπεθάνη -χημικούς μηχανικούς της βιομηχανίας- για την προθυμία τους και τη συνεργασία τους κατά την ενεργειακή καταγραφή της βιομηχανίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ	1
1.1 Αντικείμενο της Εξαμηνιαίας Εργασίας	1
1.2 Βασικοί Ορισμοί	1
1.3 Βασικές Οικονομικές Έννοιες	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΧΗΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	4
2.1 Χημική Βιομηχανία – Είδος & Βασικά Λειτουργικά Χαρακτηριστικά της	4
2.2 Καταγραφή Φορτίου της Κυρίως Βιομηχανικής Μονάδας	5
2.3 Καταγραφή Φορτίου των Γραφείων	7
2.4 Καταγραφή Φορτίου των Διαμερισμάτων	7
2.5 Αναγνώριση Χαρακτηριστικής Χρονολογικής Καμπύλης Φορτίου	8
2.5.1 Χαρακτηριστική Χρονολογική Καμπύλη Φορτίου Ενδιάμεσης Περιόδου	10
2.5.2 Χαρακτηριστική Χρονολογική Καμπύλη Φορτίου Ενδιάμεσης Περιόδου	13
2.6 Σύγκριση Ανάλυσης Φορτίου Διαφορετικών Περιόδων – Πρόβλεψη Συμπεριφοράς Καλοκαιρινής Περιόδου	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	18
3.1 Γενικά περί Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας στη Χημική Βιομηχανία	18
3.2 Αντικατάσταση Λαμπτήρων Πυράκτωσης με Ηλεκτρονικούς Λαμπτήρες	19
3.3 Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Καλοριφέρ & Κλιματιστικών ως Θερμαντικά Σώματα κατά τη Χειμωνιάτικη Περίοδο	21
3.3.1 Εύρεση του ετήσιου κόστους λειτουργίας της υπάρχουσας κατάστασης στη θέρμανση	21
3.3.2 Υπολογισμός σε επίπεδο προμελέτης αναγκών θέρμανσης των διαμερισμάτων και των γραφείων	21
3.3.3 Υπολογισμός σε επίπεδο προμελέτης θέρμανσης των διαμερισμάτων και των γραφείων με καλοριφέρ πετρελαίου	22

3.3.4	Υπολογισμός σε επίπεδο προμελέτης θέρμανσης των διαμερισμάτων και των γραφείων με θερμοσυσσωρευτές	23
3.3.5	Σύγκριση των διαφόρων προτεινόμενων λύσεων	24
3.4	Βελτίωση Θερμομόνωσης με την Προσθήκη Διπλών Υαλοστασίων	25
3.5	Βελτίωση Μόνωσης σε Θερμαντήρες Παραγωγικής Διαδικασίας	27
3.6	Διακοπή Λειτουργίας Κινητήρων, όταν είναι υπό Κενό Φορτίο	27
3.7	Τελικά Συμπεράσματα ως προς τα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ – ΜΕΙΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ 31

4.1	Γενικά περί Τιμολογιακών Μέτρων στη Χημική Βιομηχανία	31
4.2	Γενικά Περί Χωρητικής Αντιστάθμισης	31
4.2.1	Χωρητική αντιστάθμιση στη χημική βιομηχανία στη χαμηλή τάση	33
4.2.2	Χωρητική αντιστάθμιση στα βιομηχανικά τιμολόγια χαμηλής τάσης	34
4.3	Γενικά Περί Αλλαγής Τιμολογίων σε επίπεδο Χαμηλής Τάσης	39
4.3.1	Αλλαγή τιμολογίων από Γ22/B σε Γ23/B για τη χημική βιομηχανία	39
4.3.2	Αλλαγή τιμολογίων από Γ21/B ή Γ22/B σε Γ23/B	40
4.4	Γενικά Περί Αλλαγής Τιμολογίων από το επίπεδο Χαμηλής Τάσης σε Μέση	43
4.4.1	Αλλαγή τιμολογίων από Γ22/B σε B1B ή B2B χωρίς ή με την προσθήκη κατάλληλης χωρητικής αντιστάθμισης για τη χημική βιομηχανία	43
4.4.2	Αλλαγή τιμολογίων από Γ22/B σε B1B και B2B	47
4.4.3	Χωρητική αντιστάθμιση στα τιμολόγια B1B και B2B	50
4.5	Διαχείριση Φορτίου στη Χημική Βιομηχανία	52
4.6	Τελικά Συμπεράσματα ως προς τα Τιμολογιακά Μέτρα	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ 53

5.1	Τελικά Συμπεράσματα από την εφαρμογή Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας και Τιμολογιακών Μέτρων στη Χημική Βιομηχανία	53
5.2	Τελικά Συμπεράσματα από τη Γενική Εφαρμογή Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας και Τιμολογιακών Μέτρων	53
5.3	Περιοχές για Περαιτέρω Έρευνα	54

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ 55

Π 1.1	Βασική Περιγραφή Καταγραφής Στοιχείων	55
Π 1.2	Καταγραφή Ενεργειακής Συμπεριφοράς	55
Π 1.3	Αναλυτική Καταγραφή Χαρακτηριστικών Τιμολογίου Ηλεκτρικής Ενέργειας	69

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΗΣ & ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ 70

Π 2.1	Βασική Περιγραφή Βιομηχανικών Τιμολογίων Μέσης Τάσης	70
Π 2.1.1	Υπολογισμός χρέωσης ισχύος βιομηχανικού καταναλωτή μέσης τάσης τιμολογίου B1B ή B2B	70
Π 2.1.2	Υπολογισμός χρέωσης ενέργειας βιομηχανικού καταναλωτή μέσης τάσης τιμολογίου B1B ή B2B	72
Π 2.1.3	Υπολογισμός τιμολογίου B1B ή B2B βιομηχανικού καταναλωτή μέσης τάσης με μικρό συντελεστή ισχύος	73
Π 2.1.4	Βιομηχανικά τιμολόγια B15B και B25B	73
Π 2.2	Βασική Περιγραφή Βιομηχανικών Τιμολογίων Χαμηλής Τάσης	76
Π 2.2.1	Υπολογισμός χρέωσης ισχύος βιομηχανικού καταναλωτή χαμηλής τάσης τιμολογίου Γ22/B	77
Π 2.2.2	Υπολογισμός χρέωσης ενέργειας βιομηχανικού καταναλωτή χαμηλής τάσης τιμολογίου Γ21/B, Γ22/B και Γ23/B	78
Π 2.2.3	Πάγιο και υπολογισμός ελάχιστης χρέωσης βιομηχανικών τιμολογίων χαμηλής τάσης Γ21/B, Γ22/B και Γ23/B	79

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΕ FORTRAN & ANTI-ΣΤΟΙΧΟΙ ΕΞΟΔΟΙ 80

Π 3.1	Πρόγραμμα Υπολογισμού Κεντρικής Χωρητικής Αντιστάθμισης και Κόστους Τιμολογίου Γ22/B με ή χωρίς την αντιστάθμιση	80
Π 3.2	Πρόγραμμα Υπολογισμού Κεντρικής Χωρητικής Αντιστάθμισης και Κόστους Τιμολογίου Γ22/B με ή χωρίς την αντιστάθμιση για διάφορα επίπεδα ενέργειας, συντελεστή ισχύος και χρησιμοποίησης	83
Π 3.3	Πρόγραμμα Υπολογισμού Κόστους Τιμολογίων Γ22/B και Γ23/B για την Ίδια κατανάλωση Κατάλληλα Διαμορφωμένη	86
Π 3.4	Πρόγραμμα Υπολογισμού Εύρεσης του Λόγου λ -Ενέργειας Μειωμένης Τιμής προς τη Συνολική Ενέργεια- ανάμεσα στα τιμολόγια Γ22/B και Γ23/B	89
Π 3.5	Πρόγραμμα Υπολογισμού Κόστους Τιμολογίων Γ22/B, B1B και B2B χωρίς και με πυκνωτές για τη χημική βιομηχανία	93
Π 3.6	Πρόγραμμα Υπολογισμού Συντελεστή Χρησιμοποίησης από σύγκριση Κόστους Τιμολογίων Γ22/B, B1B και B2B	102

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 106

Π 4.1	Ελληνική Βιβλιογραφία	106
Π 4.2	Ξένη Βιβλιογραφία	107
Π 4.3	Εκθέσεις	107
Π 4.4	Άρθρα	107
Π 4.5	Ενημερωτικά Φυλλάδια	108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

&

ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

1.1 Αντικείμενο της Εξαμηνιαίας Εργασίας

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι η τεχνικοοικονομική μελέτη μέτρων εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας και εφαρμογής διαφορετικών τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας σε μία μικρή βιομηχανία.

Ειδικότερα γίνεται μία προσπάθεια συστηματικής καταγραφής των μηχανημάτων του εργοστασίου, τόσο ως προς τα τεχνικά τους στοιχεία, όσο και ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους. Έχοντας αυτά ως δεδομένα θα γίνει μία ανάλυση του φορτίου της μονάδας και θα σχηματιστεί η χρονολογική καμπύλη φορτίου για μία τυπική εργάσιμη μέρα, λαμβάνοντας υπόψη μας την παραγωγική διαδικασία.

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε δύο διαφορετικές κατηγορίες προβλημάτων. Η πρώτη θα αφορά την πιθανή εφαρμογή ορισμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας έτσι, ώστε να γίνει μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στη βιομηχανική μονάδα. Η δεύτερη θα αφορά τη βελτίωση ορισμένων παραμέτρων που επηρεάζουν το συνολικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως της ισχύος και της χρονικής στιγμής κατανάλωσής της, τα οποία ανάλογα με το είδος του εφαρμοζόμενου τιμολογίου επιδρούν σημαντικά στη διαμόρφωση του κόστους ενέργειας και κατ'επέκταση του κόστους προϊόντος.

Σε κάθε περίπτωση όμως στόχος μας είναι να προτείνουμε ενεργειακά και τιμολογιακά μέτρα που θα είναι δυνατό να αποφέρουν κέρδη στην επιχείρηση μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα.

Σημειώνουμε επίσης ότι μία βασική παραδοχή της όλης μελέτης μας είναι ότι η επιχείρηση θα παραμείνει στα υπάρχοντα επίπεδα λειτουργίας για τα επόμενα δέκα έτη. Επίσης θα μελετηθούν τα διάφορα πιθανά μέτρα σε σχέση με βασικά σενάρια ανάπτυξης του εργοστασίου.

1.2 Βασικοί Ορισμοί

Τα *Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας* είναι εκείνα τα μέτρα με τα οποία επιδιώκουμε τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας -ηλεκτρικής, θερμικής κτλ.-, με στόχο τη μείωση των επιπτώσεων που προκύπτουν κατά την παραγωγή της ενέργειας –μείωση ενεργειακών αποθεμάτων, αύξηση των προβλημάτων μόλυνσης του περιβάλλοντος κτλ.. Παράλληλα αυτή η προσπάθεια πρέπει να πληρεί τους ποικίλους τεχνικούς περιορισμούς και συγχρόνως να είναι και οικονομικά συμφέρουσα και βιώσιμη λύση.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ορισμένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας :

- αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς ή φθορισμού,
- βελτίωση λειτουργίας θέρμανσης με τοποθέτηση θερμοστατών, κεντρικού ελέγχου θέρμανσης και μείωσης απωλειών με χρήση θερμομόνωσης,

- αύξηση απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας με εισαγωγή νέων κινητήρων και τεχνολογιών και με αυτοματοποίηση της παραγωγής,
- δυνατότητες κατασκευής & λειτουργίας συμπαραγωγής, εφόσον χρησιμοποιούνται σημαντικές ποσότητες ατμού από τη βιομηχανία –όχι στην προκειμένη περίπτωση,
- υποκατάσταση ηλεκτρικών φορτίων με ενέργεια από φυσικό αέριο ή πετρέλαιο,
- βελτίωση λειτουργίας ηλεκτρικών δικτύων διανομής, έλεγχος, συστηματοποίηση και αυτοματοποίηση καταγραφής και μελέτης του ενεργειακού ισοζυγίου της βιομηχανίας,
- δυνατότητες ενεργειακής εκμετάλλευσης υπολειμμάτων της βιομηχανίας –πχ. του ελαιοπυρήνα στα ελαιοτριβεία.

Στην παρούσα περίπτωση θα εξετασθούν κυρίως οι δύο πρώτες περιπτώσεις, καθώς η τρίτη απαιτεί εξειδικευμένη γνώση λειτουργίας της χημικής βιομηχανίας, η τέταρτη και η τελευταία δεν εφαρμόζονται, καθώς δεν χρησιμοποιείται ατμός στην παρούσα δραστηριότητα και τα διάφορα υπολείμματα ξαναχρησιμοποιούνται στην κατασκευή άλλων προϊόντων.

Τα *Τιμολόγια Ηλεκτρικής Ενέργειας* αφορούν τον τρόπο κοστολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη μας και άλλους παράγοντες, όπως είναι ο συντελεστής ισχύος, η καταναλισκόμενη άεργος ενέργεια, η μέγιστη καταναλισκόμενη ενεργός ισχύς κατά τις διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας -ώρες αιχμής, ώρες μέρας, ώρες νύχτας, νυχτερινό τιμολόγιο κτλ.. Πιο αναλυτικά περιγράφονται τα διάφορα τιμολόγια της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού στη βιομηχανία για τη χαμηλή και τη μέση τάση στο δεύτερο παράρτημα.

Στην παρούσα περίπτωση θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε το οικονομικότερο τιμολόγιο για τη λειτουργία αυτής της βιομηχανικής μονάδας εφαρμόζοντας ίσως και κάποια βελτιωτικά μέτρα, όπως αντιστάθμιση ισχύος με πυκνωτές, διαχείριση φορτίου αιχμής με τη βοήθεια ηλεκτρονόμων κτλ..

1.3 Βασικές Οικονομικές Έννοιες

Σε αυτήν την παράγραφο γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας υπολογισμού του κόστους των έργων. Συγκεκριμένα θα γίνει λόγος για την αναγωγή δαπανών σε κοινό χρόνο.

Αν κατά τη σύγκριση δύο «τεχνικά» ισοδύναμων λύσεων Α και Β -ως προς το βαθμό εξυπηρέτησης των καταναλωτών-, οι ετήσιες συνολικές δαπάνες της πρώτης λύσης είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες της δεύτερης κάθε χρόνο, τότε η πρώτη λύση είναι φανερά η οικονομικότερη. Στην πράξη όμως δεν συμβαίνει αυτό συνήθως. Αντίθετα η λύση με σχετικά μεγάλες δαπάνες κατά τα πρώτα χρόνια έχει μειωμένες κατά τα επόμενα. Εξαιτίας τούτων είναι αναγκαία να γίνει η οικονομική σύγκριση των δύο λύσεων με αναγωγή της αξίας των έργων την ίδια χρονική στιγμή. Στη συνέχεια θα θεωρήσουμε ότι η εγκατάσταση ενός οποιουδήποτε ηλεκτρικού στοιχείου (πυκνωτών, μετασχηματιστή κτλ.) -για να λειτουργήσει από τη 1/1 του n έτους- γίνεται κατά το προηγούμενο έτος και πληρώνεται τη στιγμή έναρξης λειτουργίας του, δηλαδή στο τέλος του $n-1$ έτους ή στην αρχή του n έτους. Επίσης όλες οι ετήσιες δαπάνες που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια του κάθε έτους θεωρούνται ότι γίνονται όλες μαζί στο τέλος αυτού. Παράλληλα ως χρονική στιγμή αναγωγής της αξίας των έργων λαμβάνεται η αρχή του έτους 0.

Συνεπώς, αν κατασκευαστεί ένα στοιχείο κόστους A , το οποίο θα παραδοθεί προς λειτουργία τη 1/1 του n έτους, τότε η παρούσα αξία A_0 στην αρχή του έτους 0 θα δίνεται από την ακόλουθη σχέση, εφόσον ο αποπληθωρισμένος συντελεστής αναγωγής είναι i :

$$A_0 = \frac{A}{(1+i)^n} \quad (1.3-1)$$

Αν θεωρήσουμε ότι έχουμε τοκοχρεωλυτική δόση για την απόσβεση της εγκατάστασης με μηδενική αξία εγκατάλειψης έργου μετά το πέρας της ζωής του, τότε για την αρχική μας επένδυση A που έγινε στην αρχή του έτους 0 , προκύπτει ότι η ισοδύναμη τοκοχρεωλυτική δόση C_0 για κάθε έτος -ξεκινώντας την πληρωμή από την έναρξη του έτους λειτουργίας του έργου- δίνεται μέσω της σχέσης :

$$A = C_0 + C_0 \frac{1}{1+i} + C_0 \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + C_0 \frac{1}{(1+i)^N} \quad (1.3-3)$$

Οπότε σε N χρόνια απόσβεσης η τοκοχρεωλυτική δόση είναι ίση με :

$$C_0 = A \cdot \frac{i \cdot (1+i)^N}{(1+i)^{N+1} - 1} \quad (1.3-4)$$

Αν έχουμε άπειρο χρόνο απόσβεσης, τότε το αντίστοιχο ποσό διαμορφώνεται ως εξής:

$$C_0 = A \cdot \frac{i}{1+i} \quad (1.3-5)$$

Αν αντίστροφα διαθέτουμε μέσα στα επόμενα χρόνια ετησίως Q_0 ποσό, τότε στην έναρξη του N έτους από την αρχή του έτους 0 έχει συγκεντρωθεί το ακόλουθο ποσό χρημάτων:

$$B = Q_0 \cdot \frac{(1+i)^{N+1} - 1}{i \cdot (1+i)^N} \quad (1.3-6)$$

Σε άπειρα χρόνια η αντίστοιχη ποσότητα θα είναι ίση με:

$$B = Q_0 \cdot \frac{1+i}{i} \quad (1.3-7)$$

Ο αντίστοιχος συντελεστής a καλείται παρούσα αξία μοναδιαίας και ληξιπρόθεσμης ράντας, η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$a = \frac{(1+i)^{N+1} - 1}{i \cdot (1+i)^N} \quad (1.3-$$

8)

και μέσα στα επόμενα 50 χρόνια λαμβάνει τις ακόλουθες τιμές:

Έτος	a	Έτος	a	Έτος	a	Έτος	a	Έτος	a
0	1,000	10	8,913	20	14,008	30	17,289	40	19,402
1	1,957	11	9,529	21	14,405	31	17,544	41	19,566
2	2,873	12	10,119	22	14,784	32	17,789	42	19,724
3	3,749	13	10,683	23	15,148	33	18,023	43	19,874
4	4,588	14	11,223	24	15,495	34	18,247	44	20,018
5	5,390	15	11,740	25	15,828	35	18,461	45	20,156
6	6,158	16	12,234	26	16,147	36	18,666	46	20,288
7	6,893	17	12,707	27	16,451	37	18,862	47	20,415
8	7,596	18	13,160	28	16,743	38	19,050	48	20,536
9	8,269	19	13,593	29	17,022	39	19,230	49	20,651

Πίνακας 1.1 : Τιμές μοναδιαίας ληξιπρόθεσμης ράντας με επιτόκιο 4,5%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**ΧΗΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ**2.1 Χημική Βιομηχανία – Είδος & Βασικά Λειτουργικά Χαρακτηριστικά της**

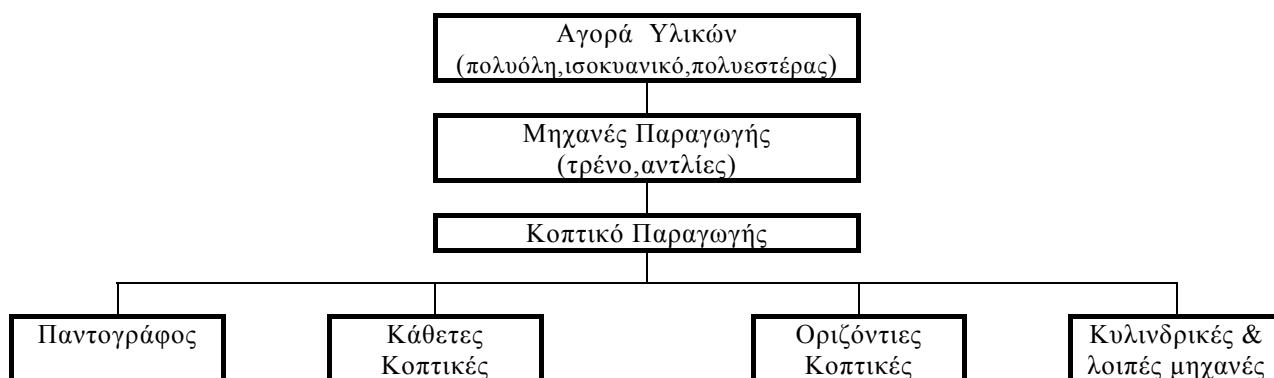
Η χημική βιομηχανία «Ι.Σακαλάκης Α.Ε.Β.Ε.» που καταγράφηκε στην παρούσα εργασία ασχολείται με την παραγωγή, την κατάλληλη μορφοποίηση και τον έλεγχο αφρώδους υλικού.

Πιο αναλυτικά η παραγωγική δραστηριότητα της εταιρείας προχωρά σε τρεις φάσεις:

- τη φάση της παραγωγής αφρώδους πλαστικού σε block υλικού, κατά την οποία αναμιγνύονται οι πρώτες ύλες, για να παραχθεί το block αφρώδους υλικού,
- τη φάση της παραγωγής αφρώδους πλαστικού καλουπωτού, κατά την οποία αναμιγνύονται οι πρώτες ύλες σε καλούπι για την παραγωγή καλουπωτών προϊόντων,
- τη φάση της τελικής μορφοποίησης των προϊόντων, που μπορεί να περιλαμβάνει στάδια κοπής, επένδυσης κτλ. και τον έλεγχο ποιότητας.

Από την παραγωγική διαδικασία προκύπτουν ορισμένα ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα. Στην πρώτη βασική κατηγορία προϊόντων ανήκουν : block αφρώδους υλικού, προϊόντα κοπής αφρώδους υλικού, καλουπωτά προϊόντα αφρώδους υλικού, προϊόντα ραφής, προϊόντα αναταγμένης μάζας υλικού, προϊόντα από θρυμματισμό τεμαχίων αφρώδους υλικού. Στη δεύτερη βασική κατηγορία προϊόντων ανήκουν : προϊόντα κοπής από ομογενές τεμάχιο αφρώδους υλικού, προϊόντα από θρυμματισμό τεμαχίων αφρώδους υλικού (θρίμμα), προϊόντα με επένδυση -υφάσματος, φόδρας κτλ.-, προϊόντα κοπής από σύνθετο πολυστοιβαδικό αφρώδες υλικό, προϊόντα κοπής συμπαγούς αναταγμένης μάζας, καλουπωτά χωρίς επένδυση, προϊόντα ραφής ή κολλήματος υφάσματος με ομογενές αφρώδες υλικό, προϊόντα κοπής λεπτής εξωτερικής επιφάνειας αρχικού block αφρώδους υλικού, προϊόντα κοπής μη αξιοποιήσιμα ως προς τις διαστάσεις τους.

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε το βασικό διάγραμμα χρήσης των μηχανημάτων της βιομηχανικής μονάδας -στο παράρτημα 1 παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα διαγράμματα ροής των διαφόρων διεργασιών της παραγωγικής διαδικασίας.



Σχήμα 2.1 : Διάγραμμα Χρησιμοποίησης Μηχανημάτων Βιομηχανικής Μονάδας

Σημειώνουμε επίσης ότι η βιομηχανία λειτουργεί κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ημερών από τις 7.00 π.μ. ως τις 3.30 μ.μ. με μισή ώρα διάλειμμα, δηλαδή έχουμε μία βάρδια.

Η βασική παραγωγική διαδικασία διαρκεί περίπου 35 με 40 λεπτά ημερησίως. Κατά τη διάρκεια αυτής αναστέλλονται οι περισσότερες εργασίες και χρησιμοποιείται σχεδόν όλο το διαθέσιμο εργατικό δυναμικό στη διαδικασία της παραγωγής. Κατά τις υπόλοιπες ώρες λειτουργίας εργάζονται οι περισσότερες μηχανές σύμφωνα με τη διάρκεια ωρών λειτουργίας που καταγράφηκε στην παράγραφο Π 1.2 του παραρτήματος 1.

2.2 Καταγραφή Φορτίου της Κυρίως Βιομηχανικής Μονάδας

Η βιομηχανία αποτελείται από δύο βασικές κατηγορίες μηχανών : από τις μηχανές της βασικής παραγωγικής διαδικασίας και από τις μηχανές επεξεργασίας και τελικής διαμόρφωσης των προϊόντων.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν η μεγάλη μηχανή παραγωγής των 60 kW -που παράγει τα block αφρώδους υλικού-, οι μηχανές παραγωγής καλουπωτού, οι κοπτικές ταινίες παραγωγής, ο θερμοσίφωνας -για την απαραίτητη θέρμανση των υλικών- και οι διάφορες επιπλέον βοηθητικές αντλίες των δεξαμενών. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα σπουδαιότερα στοιχεία που πρόεκυψαν από την καταγραφή των μηχανημάτων της κύριας παραγωγικής διαδικασίας -αναλυτικότερη περιγραφή υπάρχει στο παράρτημα 1- :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Ονομαστική Μηχανική Ισχύς (kW)	Συντελεστής Ισχύος	Απόδοση	Ώρες/Μέρα
1	Μεγάλη Μηχανή Παραγωγής	60	0,85	0,91	0,7
2	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού				
2α	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού	5,5	0,80	0,83	0,7
2β	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού	3,0	0,80	0,81	0,7
2γ	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού	3,0	0,80	0,81	0,7
3	Αντλία Δεξαμενών 1	4,0	0,79	0,83	0,5
4	Αντλία Δεξαμενών 2	4,0	0,79	0,83	0,5
5	Αντλία Δεξαμενών 3	4,0	0,79	0,83	0,5
6	Θερμοσίφωνας	6,0	1,00	1,00	1,0
7	Αντλία Ανάμειξης	0,204	0,69	0,61	1,0
8	Κοπτική Ταινία Παραγωγής 1	2,260	0,82	0,79	0,7
9	Κοπτική Ταινία Παραγωγής 2	2,260	0,82	0,79	0,7

Πίνακας 2.1 : Μηχανήματα Κύριας Παραγωγικής Διαδικασίας

Η μεγάλη μηχανή παραγωγής, όταν λειτουργεί -κατά τις μεσημεριανές ώρες 12.00 μ.μ. με 1.00μ.μ.-, αποτελεί το κυρίως μέρος της αιχμής του φορτίου της βιομηχανίας. Προς το τέλος της παραγωγικής διαδικασίας λειτουργούν οι κοπτικές ταινίες παραγωγής. Οι υπόλοιποι κινητήρες λειτουργούν τις περισσότερες φορές νωρίτερα από την παραγωγική διαδικασία, χωρίς να συμμετέχουν σημαντικά στη διαμόρφωση της αιχμής. Σημειώνουμε απλώς ότι συνήθως το πρωί λειτουργούν οι αντλίες των δεξαμενών τροφοδοτώντας τις δεξαμενές της παραγωγικής διαδικασίας από τις δεξαμενές αποθήκευσης χημικών υλικών και στη συνέχεια, λίγο πιο πριν από την παραγωγική διαδικασία, λειτουργεί ο θερμοσίφωνας. Οι μηχανές παραγωγής καλουπωτού συνήθως εργάζονται στο μεσοδιάστημα.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι κοπτικές μηχανές διάφορων τύπων -χειροκίνητα ή αυτόματα ελεγχόμενες, ακτινικής, οριζόντιας και κάθετης κοπής, κοπής ρολού κτλ.-, οι παντογράφοι, τα τριβεία, οι ραπτικές και η μηχανή ανάμειξης τεμαχισμένου αφρώδους

υλικού. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα σπουδαιότερα στοιχεία που πρόκυψαν από την καταγραφή των μηχανημάτων της επεξεργασίας και διαμόρφωσης των προϊόντων - αναλυτικότερη περιγραφή υπάρχει στο παράρτημα 1 - :

a/a	Είδος Μηχανήματος	Ονομαστική Μηχανική Ισχύς (kW)	Συντελεστής Ισχύος	Απόδοση	Ώρες/Μέρα
1	Αυτόματη Περιστροφική Μηχανή Τύπου CARROUSEL	≈5,6	0,8	0,8	6
2	Αυτόματη Μηχανή Οριζόντιας Κοπής Αφρώδους Υλικού Μεγάλου Μήκους				
2α	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	1,5	0,82	0,6	7
2β	κινητήρες συνεχούς ρεύματος	2,0	*	0,8	7
3	Ηλ. Παντογράφος Κοπής & Διαμόρφωσης αφρώδους Υλικού 1				
3α	Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	2,238	0,82	0,79	3
3β	κινητήρες συνεχούς ρεύματος	0,477	*	0,70	3
4	Κάθετη Μηχανή με Κοπτική Λάμας σε συνδυασμό με κατακόρυφο παντογράφο	4	0,80	0,80	4
5	Μηχανή Ακτινικής Κοπής	3	0,74	0,78	Σπάνια
6	Ηλ. Παντογράφος Κοπής & Διαμόρφωσης αφρώδους υλικού 2				
6α	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	2,14	0,82	0,79	6
6β	κινητήρες συνεχούς ρεύματος	0,487	***	0,70	6
7	Μηχανή Κοπής Ρολό				Σπάνια
7α	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	0,75	0,78	0,66	Σπάνια
7β	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	0,68	0,67	0,70	Σπάνια
8	Κάθετη Κοπτική 1	1,52	0,76	0,76	7
9	Κάθετη Κοπτική 2	1,52	0,76	0,76	7
10	Κάθετη Κοπτική 3	1,52	0,76	0,76	7
11	Κάθετη Κοπτική 4	1,52	0,76	0,76	7
12	Κάθετη Κοπτική 5	1,52	0,76	0,76	7
13	Κάθετη Κοπτική 6	1,52	0,76	0,76	7
14	Οριζόντια Κοπτική	1,08	0,81	0,75	6
15	Ραπτική 1	0,70	0,75	0,71	7
16	Ραπτική 2	3,02	0,81	0,81	7
17	Τριβείο 1	18,5	0,88	0,90	6
18	Τριβείο 2	18,5	0,88	0,90	6
19	Δοχείο Ανάμειξης Τεμαχισμένου Αφρώδους Υλικού για παραγωγή Ribonded	7,5	0,80	0,85	

Πίνακας 2.2 : Μηχανήματα Επεξεργασίας & Διαμόρφωσης Τελικών Προϊόντων

Τα μηχανήματα της δεύτερης κατηγορίας λειτουργούν κατά κύριο λόγο την ώρα που δεν λειτουργεί η μεγάλη μηχανή παραγωγής -λόγω των αναγκών της τελευταίας σε προσωπικό-, με συνέπεια να μην συμμετέχουν στη διαμόρφωση του φορτίου αιχμής το μεγαλύτερο μέρος τους. Τονίζουμε ότι οι μηχανές που λειτουργούν «σπάνια», δεν λαμβάνονται υπόψη στην ακόλουθη μελέτη, καθώς μπορεί να λειτουργήσουν σε άτακτα χρονικά διαστήματα κατόπιν ειδικών παραγγελιών πελάτη για μία ή δύο ώρες την εβδομάδα ή και λιγότερο. Οπότε σε σχέση με τη σχεδόν αδιάκοπη λειτουργία των κοπτικών μηχανών και των τριβείων, μπορούν να παραληφθούν στη συνέχεια.

Τέλος τονίζουμε ότι λίγο πιο πριν την εκτέλεση της κύριας παραγωγικής διαδικασίας γίνεται για τους εργάτες διάλειμμα μισής ώρας. Κατά εκείνο το χρονικό διάστημα αναστέλλονται σχεδόν όλες οι δραστηριότητες που απαιτούν άμεση ανθρώπινη επιτήρηση.

2.3 Καταγραφή Φορτίου των Γραφείων

Η βιομηχανία, εκτός από τις κύριες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, έχει και τα κεντρικά γραφεία διοίκησης και λογιστηρίου, των οποίων οι κύριες ενεργοβόρες συσκευές είναι τα κλιματιστικά, τα οποία λειτουργούν ως θέρμανση και ως ψύξη κατά τους χειμερινούς και καλοκαιρινούς μήνες αντίστοιχα. Επίσης υπάρχουν πέρα από τα φορτία των κλιματιστικών μεγάλος αριθμός φωτιστικών σωμάτων φθορισμού και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα σπουδαιότερα στοιχεία που πρόεκυψαν από την καταγραφή των συσκευών των γραφείων -αναλυτικότερα στο παράρτημα 1- :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ονομαστική Μηχανική Ισχύς (kW)	Συντελεστής Ισχύος	Ώρες/Μέρα
1	Κλιματιστικό	4	9000 BTU/h	0,9	8,5
2	Κλιματιστικό	2	12000 BTU/h	0,9	8,5
3	Κλιματιστικό	1	18000 BTU/h	0,9	8,5
4	Λαμπτήρες Φθορισμού	20	0,058	0,9	8,5
5	Λαμπτήρες Φθορισμού	40	2*0,058	0,9	σπάνια
6	Λαμπτήρες Πυράκτωσης	2	0,060	1,0	8,5
7	Ψυγείο	1	0,150	0,95	24
8	Υπολογιστές	7	0,250	1,0	8,5
9	Λοιπά	-	*	*	*

Πίνακας 2.3 : Συσκευές & Μηχανήματα Γραφείων Βιομηχανίας

Οι συσκευές των γραφείων λειτουργούν τις ώρες που εργάζονται οι υπάλληλοι του λογιστηρίου και των υπόλοιπων γραφείων των εργοστασίου από τις 7.00 π.μ. ως τις 3.30 μ.μ., γι' αυτό οι ώρες λειτουργίας των διαφόρων συσκευών είναι 8,5, εκτός του ψυγείου που λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο. Στον ίδιο πίνακα περιλαμβάνονται και τα φορτία φωτισμού των κυρίως βιομηχανικών εγκαταστάσεων, τα οποία όμως σπάνια ανάβουν λόγω του άμεσου φωτισμού σχεδόν όλων των χώρων εργασίας και αποθήκευσης. Επίσης οι δραστηριότητες των γραφείων και τα αντίστοιχα φορτία τους δεν επηρεάζονται από τις εργασίες στην κυρίως βιομηχανική μονάδα.

2.4 Καταγραφή Φορτίου των Διαμερισμάτων

Η βιομηχανία, πέρα από τα γραφεία, περιλαμβάνει ακόμη δύο διαμερίσματα, τα οποία διατίθενται ως κατοικίες στους φύλακες και στις οικογένειές τους, ώστε να είναι δυνατή η διαμονή τους καθ' όλο το εικοσιτετράωρο. Έχει ουσιαστικά τη συμπεριφορά δύο μικρών οικιακών καταναλωτών και είναι το μοναδικό φορτίο που υπάρχει ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι η βιομηχανία. Οι μεγαλύτερες ενεργοβόρες συσκευές είναι τα ηλεκτρικά καλοριφέρ, ο θερμοσίφωνας και η κουζίνα. Επειδή είναι μία η οικογένεια των φυλάκων στη μελέτη μας έχουμε λάβει υπόψη ότι λειτουργούν οι συσκευές μόνο ενός δωματίου κουζίνας και ενός λουτρού, παρά το γεγονός ότι κατοικούνται και τα δύο διαμερίσματα. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα σπουδαιότερα στοιχεία που πρόεκυψαν από την καταγραφή των συσκευών των διαμερισμάτων -αναλυτικότερα στο παράρτημα 1- :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ονομαστική Μηχανική Ισχύς (kW)	Συντελεστής Ισχύος	Ώρες/Μέρα
1	Ηλεκτρικά καλοριφέρ	5	2,000	1,0	18
2	Λαμπτήρες Φθορισμού	2	0,058	0,9	2
3	Λαμπτήρες Πυράκτωσης	10	0,060	1,0	2
4	Ψυγείο	1	0,150	0,9	24
5	Κουζίνα	1	6,0	1,0	παροδικά
6	Πλυντήριο	1	2,0	0,8	παροδικά
7	Θερμοσίφωνας	1	4,0	1,0	παροδικά

Πίνακας 2.4 : Συσκευές & Μηχανήματα Διαμερισμάτων Φύλακα

Οι συσκευές των διαμερισμάτων λειτουργούν παροδικά και άτακτα σε όλη τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου ακολουθώντας την ηλεκτρική συμπεριφορά συνηθισμένων κατοικιών. Επειδή δεν ήταν δυνατό η άμεση καταγραφή της συμπεριφοράς των συσκευών η τελευταία έχει προσδιοριστεί βασικά μέσω της μελέτης [Σ1]. Το σύνολο των θερμαντικών σωμάτων είναι σε θέση να επιδράσει σημαντικά στην αιχμή και στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του εργοστασίου.

2.5 Αναγνώριση Χαρακτηριστικής Χρονολογικής Καμπύλης Φορτίου

Για να είναι δυνατή η αποδοτική χρήση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας ή/και τιμολογιακής πολιτικής, είναι αναγκαίο να προσδιοριστεί μέσω των παραπάνω δεδομένων η χρονολογική καμπύλη ηλεκτρικού φορτίου.

Από την παράγραφο Π 1.3 παρατηρούμε ότι τα βασικά δεδομένα που μπορούμε να συγκεντρώσουμε από τα αναλυτικά τιμολόγια της Δ.Ε.Η. είναι τα ακόλουθα :

Ημερομηνία Καταγραφής	Μήνες Καταγραφής	Ημέρες Καταγραφής	Εργάσιμες Ημέρες	Ενέργεια kWh	Άεργος Ενέργεια kvarh	Ισχύς KAZ kW	Συντελεστής Ισχύος cosφ
18.04.00	Απρίλιος	29	21	10360	7720	80	0,802
20.03.00	Μάρτιος	32	21	13280	11040	88	0,769
17.02.00	Φλεβάρης	28	20	15080	6360	88	0,921
20.01.00	Ιανουάριος	31	21	14800	7960	80	0,881
20.12.99	Δεκέμβριος	33	23	15080	9280	80	0,852
17.11.99	Νοέμβριος	30	21	9840	8120	68	0,771
18.10.99	Οκτώβριος	31	21	8640	7920	72	0,737
17.09.99	Σεπτέμβριος	30	22	11680	9520	72	0,775
18.08.99	Αύγουστος	30	15	7760	6280	76	0,777
19.07.99	Ιούλιος	31	21	13040	10680	80	0,774
18.06.99	Ιούνιος	30	20	9920	9200	72	0,733
19.05.99	Μάιος	28	20	9200	7720	76	0,766

Πίνακας 2.5 : Καταγραφή Χαρακτηριστικών Τιμολογίου Ηλεκτρικής Ενέργειας 1 Έτους

Από τα πιο πάνω στοιχεία φαίνεται ότι υπάρχουν τρεις βασικές περίοδοι λειτουργίας της βιομηχανίας:

- η χειμωνιάτικη, όπου έχουμε υψηλή κατανάλωση ενέργειας με πολύ καλό συντελεστή ισχύος -που φθάνει στο 0,9, όπως φαίνεται από τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο- λόγω λειτουργίας των ηλεκτρικών καλοριφέρ και των κλιματιστικών ως θερμαντικών σωμάτων,

- η καλοκαιρινή, όπου έχουμε υψηλή κατανάλωση ενέργειας με άσχημο συντελεστή ισχύος -που φθάνει στο 0,77, όπως φαίνεται από τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο- λόγω λειτουργίας των κλιματιστικών ως ψυκτικών σωμάτων,

- η ενδιάμεση, όπου έχουμε τη χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας με τον πιο άσχημο συντελεστή ισχύος -που φθάνει στο 0,73, όπως φαίνεται από τους υπόλοιπους μήνες του έτους- λόγω λειτουργίας μόνο των κινητήρων του εργοστασίου ως μεγάλου φορτίου.

Σημειώνουμε ότι ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ χαρακτηρίζεται ως ικανοποιητικός στην περίπτωση βιομηχανικών τιμολογίων χαμηλής τάσης, όταν είναι άνω του 0,85, αφού από την τιμή αυτή και άνω δεν χρεώνεται παραπάνω η ισχύς μέσω του συντελεστή $0,85/\cos\phi$. Γι' αυτό μόνο κατά τη χειμωνιάτικη περίοδο έχουμε ικανοποιητικό συντελεστή ισχύος.

Εξαιτίας των παραπάνω θα προχωρήσουμε στον προσδιορισμό τριών διαφορετικών τυπικών εργάσιμων ημερών κατά τη διάρκεια του έτους, εφαρμόζοντας την ακόλουθη μεθοδολογία :

- ◊ αφαίρεση τυπικής κατανάλωσης ενέργειας και ισχύος των δύο διαμερισμάτων από τα αντίστοιχα συνολικά, που οφείλονται σε όλα τα φορτία, εκτός των καλοριφέρ,

- ◊ προσδιορισμός και αφαίρεση από τα αντίστοιχα συνολικά της τυπικής κατανάλωσης ενέργειας και ισχύος των ηλεκτρικών καλοριφέρ των δύο διαμερισμάτων,

- ◊ αφαίρεση της καταναλισκόμενης ενέργειας και ισχύος των γραφείων του εργοστασίου, εκτός των κλιματιστικών,

- ◊ αφαίρεση της καταναλισκόμενης ενέργειας και της ισχύος των κλιματιστικών των γραφείων της βιομηχανίας, που λειτουργούν σε διάφορα επίπεδα της ισχύος τους,

- ◊ αφαίρεση της καταναλισκόμενης ενέργειας και της ισχύος εκείνων των κινητήρων της κύριας παραγωγικής διαδικασίας, της επεξεργασίας και της διαμόρφωσης των τελικών προϊόντων, που λειτουργούν κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους στη μέγιστη ισχύ τους,

- ◊ αφαίρεση της καταναλισκόμενης ενέργειας και της ισχύος των υπόλοιπων μηχανημάτων της βιομηχανίας, που λειτουργούν σε διάφορα επίπεδα της ισχύος τους,

- ◊ κάλυψη -μέσω της προτεινόμενης λύσης- του ηλεκτρικού ενεργειακού ισοζυγίου του εργοστασίου και της μέγιστης αιχμής του φορτίου ανά περίοδο, αλλιώς επανάληψη της πιο πάνω διαδικασίας μέχρι την εύρεση ικανοποιητικής λύσης.

Ο διαχωρισμός ανάμεσα στα κλιματιστικά και στα υπόλοιπα φορτία των γραφείων και των διαμερισμάτων του εργοστασίου έγινε λόγω του έντονου εποχιακού χαρακτήρα λειτουργίας τους, του γεγονότος ότι ανήκουν στα φορτία κίνησης και καλύπτουν σημαντικό μέρος της ισχύος έναντι των υπόλοιπων καταναλώσεων.

Παράλληλα δεν μελετούμε το φορτίο κατά τη διάρκεια των μη εργάσιμων ημερών αναλυτικά, διότι σ' αυτήν την περίπτωση η βιομηχανία παρουσιάζει συμπεριφορά ενός οικιακού καταναλωτή λόγω της ύπαρξης των φυλάκων.

Σημειώνουμε τέλος ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 1999 έγινε μία σημαντική ανανέωση των κινητήρων του εργοστασίου, με συνέπεια τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί μέχρι και το Σεπτέμβριο να δίνουν την τάξη μεγέθους και όχι την ακριβή ηλεκτρική ενεργειακή απεικόνιση της λειτουργίας της βιομηχανίας. Εξαιτίας τούτου είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε την ηλεκτρική συμπεριφορά της βιομηχανίας μόνο κατά τη φετινή χειμερινή και ενδιάμεση -ανοιξιάτικη και φθινοπωρινή- εποχή.

Επίσης τονίζουμε ότι οι κινητήρες δεν λειτουργούν όλοι στα ίδια επίπεδα, όπως και τα επίπεδα παραγωγής διαφέρουν από περίοδο σε περίοδο. Αναλυτικότερα οι μηχανές της επεξεργασίας και της διαμόρφωσης των τελικών προϊόντων λειτουργούν σε διαφορετικά επίπεδα φόρτισης από τα μηχανήματα της κύριας παραγωγικής διαδικασίας, ενώ η όλη η παραγωγή παρουσιάζει εξάρτηση από τις παραγγελίες των πελατών, καθώς κατά τη χειμερινή περίοδο η κίνηση στις πωλήσεις του εργοστασίου είναι αυξημένη έναντι των άλλων εποχών. Εξαιτίας τούτου θα προχωρήσουμε στη ξεχωριστή μελέτη της κάθε περιόδου λειτουργίας του εργοστασίου.

2.5.1 Χαρακτηριστική Χρονολογική Καμπύλη Φορτίου Ενδιάμεσης Περιόδου

Κατά την ενδιάμεση περίοδο θα χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία δύο μηνών, του Απριλίου και του Οκτωβρίου -τα τιμολόγια φθάνουν μέχρι τα μέσα του αντίστοιχου μήνα, οπότε και στις δύο περιπτώσεις δεν υπήρχε ούτε θέρμανση, ούτε κλιματισμός-. Από το άθροισμα των δύο μηνών προκύπτει ότι οι ημέρες καταγραφής είναι 60, οι αντίστοιχες εργάσιμες 42 με συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια 19.000 kWh και 15.640 kvarh.

Πρώτα από όλα όμως θα καθορίσουμε την κατανάλωση των τριών βασικών τμημάτων του εργοστασίου.

Ως προς τα δύο διαμερίσματα έχουμε την ακόλουθη συγκεντρωτική κατανάλωση κάθε ημέρα έχοντας ανάγει την εβδομαδιαία συμπεριφορά σε ημερήσια -ως προς τη χρήση πλυντηρίου, θερμοσίφωνα, φούρνου κτλ.- :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Λαμπτήρες Φθορισμού	2	0,274	0,133	0,137
2	Λαμ. Πυράκτωσης	10	1,200	0,000	0,480
3	Ψυγείο	1	3,600	1,743	0,250
4	Κουζίνα	1	2,500	0,000	2,000
5	Θερμοσίφωνα	1	4,000	0,000	4,000
6	Πλυντήριο	1	1,500	1,125	2,000
7	Λοιπές συσκευές	*	*	*	*
	Σύνολο	≈20	≈13,08	≈3,00	≈10,0

Πίνακας 2.6 : Ημερήσια Κατανάλωση Συσκευών Διαμερισμάτων Φύλακα

Η παραπάνω κατανάλωση θεωρείται σταθερή κατά τη διάρκεια όλων των ημερών του μήνα, ανεξάρτητα αν είναι εργάσιμη ή όχι η ημέρα.

Ως προς τα γραφεία έχουμε την ακόλουθη συγκεντρωτική κατανάλωση κάθε εργάσιμη ημέρα στηριζόμενοι στη διαρκή λειτουργία τους κατά τη διάρκεια της βάρδιας :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Λαμπτήρες Φθορισμού	20	11,645	5,640	1,370
2	Λαμ.Πυράκτωσης	2	1,020	0,000	0,120
3	Ψυγείο/μέρα	1	2,400	1,162	0,150
4	Υπολογιστές	7	8,925	0,000	1,050
5	Λοιπά	*	*	*	*
	Σύνολο	≈30	≈23,99	≈6,80	≈2,7

Πίνακας 2.7 : Ημερήσια Κατανάλωση Συσκευών Γραφείων

Η παραπάνω κατανάλωση θεωρείται σταθερή κατά τη διάρκεια όλων των εργάσιμων ημερών του μήνα. Μόνο το ψυγείο λειτουργεί, χωρίς να επηρεάζεται από το είδος της ημέρας.

Επίσης τα μηχανήματα της κύριας παραγωγικής διαδικασίας -εκτός της μεγάλης μηχανής- κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους εργάζονται στην ονομαστική τους ισχύ. Σημειώνουμε ότι ο θερμοσίφοντας λόγω της εποχής λειτουργεί μία ώρα. Η μεγάλη μηχανή παραγωγής, επειδή αποτελείται από ένα σύνολο μηχανών, δεν εργάζεται διαρκώς στο μέγιστο της ισχύος της, αλλά, όπως έχει προκύψει από τον αλγόριθμο που εφαρμόσαμε, λειτουργεί κατά 75% στο μέγιστο και κατά 25% στο ελάχιστο της ισχύος, καθώς λαμβάνουν χώρα και οι διάφορες χημικές διεργασίες κτλ.. Τέλος για τις υπόλοιπες μηχανές

επεξεργασίας και διαμόρφωσης των τελικών προϊόντων το αντίστοιχο ποσοστό προσδιορίστηκε ίσο με 78% σε μέγιστες συνθήκες λειτουργίας και 22% στις ελάχιστες. Αυτό μπορεί εύκολα να εξηγηθεί, αν φανταστούμε την περίπτωση των κοπτικών μηχανών, οι οποίες εργάζονται στο μέγιστο όσο βρίσκουν αντίσταση από κάποιο block αφρώδους υλικού, ενώ κατά το χρόνο που χρειάζεται για τοποθετηθεί το ίδιο κομμάτι πάνω στο τραπέζι κοπής, να ρυθμιστεί στη θέση κοπής ή να κατέβει, αφού κοπεί, η κορδέλα γυρίζει χωρίς όμως να συναντά αντίσταση εργαζόμενη στο ελάχιστο. Το ίδιο ισχύει για όλες τις μηχανές αυτής της κατηγορίας, αν εξαιρέσει κανείς τις ραπτικές μηχανές που είναι ουσιαστικά σταθερού φορτίου. Παράλληλα δεν λαμβάνουμε κατά αυτήν τη διαδικασία μελέτης τους κινητήρες που λειτουργούν σπάνια.

Η τελική συμμετοχή των ενεργειών των κινητήρων έχει προκύψει στηριζόμενοι στις ακόλουθες σχέσεις :

$$E_P = a \cdot E_{\max P} + (1-a) \cdot p_1 \cdot E_{\max P} \quad (2.5-1)$$

$$E_Q = a \cdot E_{\max Q} + (1-a) \cdot q_1 \cdot E_{\max Q} \quad (2.5-2)$$

Συνεπώς αν το ποσοστό της ενεργού ισχύος στο ελάχιστο p_1 είναι 10%, το αντίστοιχο της αέργου q_1 είναι 70%, τότε για την περίπτωση της αναλογίας μεγίστου-ελαχίστου 78%-22% προκύπτει ότι η ενεργός ενέργεια E_P είναι το 80,2% της μέγιστης ενεργού ενέργειας $E_{\max P}$, και η αέργος ενέργεια E_Q είναι το 93,4% της μέγιστης αέργου ενέργειας $E_{\max Q}$. Για την αναλογία 75%-25% προκύπτουν τα ποσοστά 77,5% και 92,5% για την ενεργό και αέργο ενέργεια αντίστοιχα.

Οπότε με βάση τα παραπάνω προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας για την ημερήσια κατανάλωση φορτίου από τους κινητήρες έχοντας υπόψη ότι, όταν ένας κινητήρας λειτουργεί στο κενό, καλύπτει ουσιαστικά με την ενεργό ισχύ τις απώλειες του -μηχανικές, σιδήρου και μέρος του χαλκού- που φθάνει το 10% της ονομαστικής ενεργού ισχύος, ενώ η αντίστοιχη αέργος ισχύς κυμαίνεται γύρω στο 70% για τις μηχανές του μεγέθους που μελετούμε :

a/a	Κατηγορία Μηχανημάτων ως προς τη συμμετοχή τους σε φορτίο & ενέργεια	Πλήθος	Ενέργεια (kWh)	Αεργος Ενέργεια (kvarh)	Τοπική Αιχμή (kW)	Ενέργεια (kWh)	Αεργος Ενέργεια (kvarh)	Συνολική Αιχμή (kW)
			Μέγιστη Απαίτηση			Τελική Συμμετοχή		
1	Βοηθητικά Μηχ. Κύριας Παραγωγ. Διαδικασίας	10	27,392	16,128	20,0	27,392	16,128	11,72
2	Μηχανισμα Κύριας Παραγ. Διαδικασίας	1	46,151	40,860	65,93	35,767	37,800	65,93
3	Ραπτικές	2	33,040	25,015	4,72	33,040	25,015	0,000
4	Λοιπές Μηχανές Επέξ. Διαμόρφωσης Προϊόντος	16	383,372	298,764	78,49	307,464	279,046	0,000
5	Λοιπά	*	*	*	*	*	*	*
	Σύνολο	~30	~490,495	~380,767	~169,14	~403,663	~357,989	~77,65

Πίνακας 2.8 : Ημερήσια Κατανάλωση Μηχανημάτων Βιομηχανίας Ενδιάμεσης Περιόδου

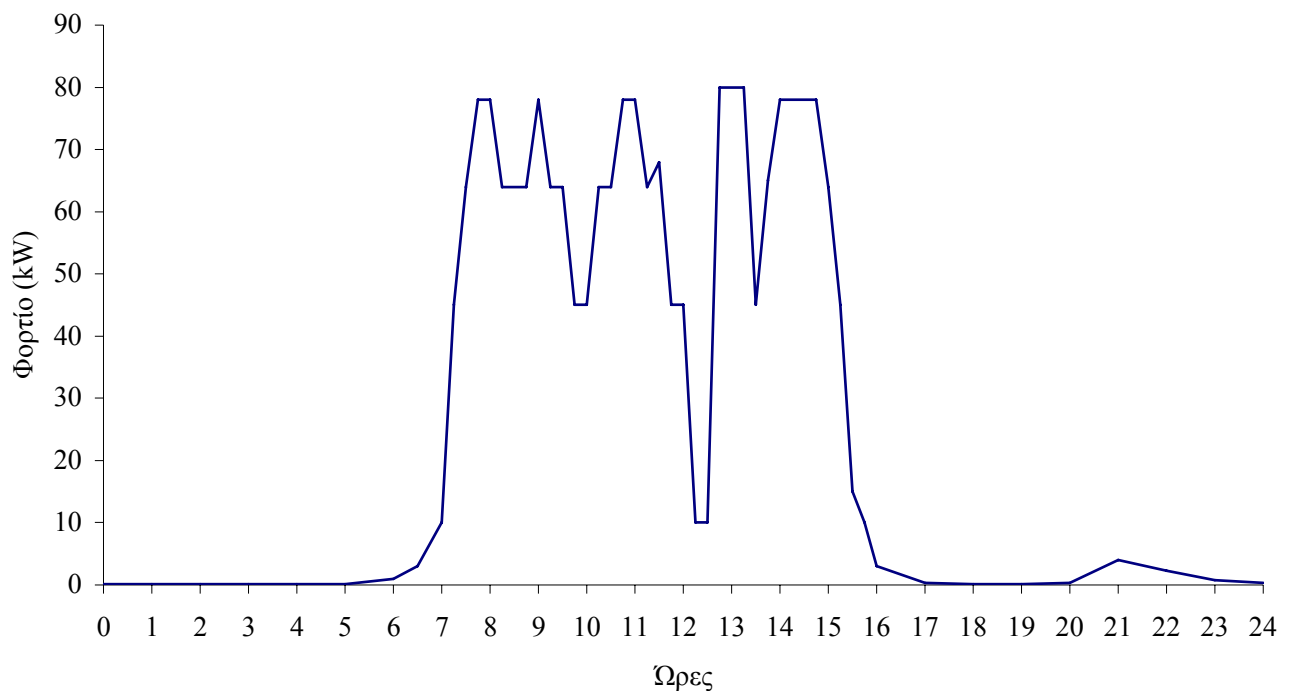
Συνεπώς η κατανάλωση μέσα στην περίοδο αυτών των δύο μηνών δίνονται από τον ακόλουθο πίνακα, όπου στα «Ημερήσια Φορτία» περιλαμβάνονται τα φορτία των διαμερισμάτων και το ψυγείο του συγκροτήματος των γραφείων πολλαπλασιαζόμενα με τον αριθμό ημερών καταγραφής -που είναι ίσος με 60-, στα «Λοιπά Φορτία» ανήκουν τα υπόλοιπα φορτία των γραφείων και στα «Μηχανήματα» ανήκουν όλοι οι κινητήρες της βιομηχανικής εγκατάστασης. Οι δύο τελευταίες κατηγορίες πολλαπλασιάζονται με τον αριθμό των εργάσιμων ημερών που είναι στην προκειμένη περίπτωση 42.

α/α	Είδος Μηχανήματος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Ημερήσια Φορτία	928,44	249,78	0,300
2	Λοιπά Φορτία Γραφείων	1.007,58	236,58	2,550
3	Μηχανήματα	16.953,846	15.035,54	77,650
4	Λοιπά	*	*	*
Σύνολο		≈18.890	≈15.522	≈80,5
Σύνολο από Δ.Ε.Η.		19.000	15.640	80,0
Διαφορά (%) προς Δ.Ε.Η.		-0,58%	-0,75%	+0,625%

Πίνακας 2.9 : Συνολική Κατανάλωση Καταγεγραμμένων Μηχανημάτων Βιομηχανίας

Με βάση τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ικανοποιητική προσέγγιση της ενεργειακής ηλεκτρικής συμπεριφοράς του εργοστασίου κατά τη διάρκεια της ενδιάμεσης περιόδου, όπως επίσης και της αντίστοιχης ισχύος.

Αν πάντως προσπαθήσουμε να παραστήσουμε τη χρονολογική καμπύλη φορτίου του εργοστασίου, με την προϋπόθεση ότι κάθε μέρα έχουμε τις ίδιες ώρες την αιχμή φορτίου, τότε θα είχαμε την ακόλουθη μορφή περίπου λαμβάνοντας υπόψη μας τη δυνατότητα μεταβολής – μικρής μετατόπισης των χρονικών στιγμών των τοπικών αιχμών εντός της βάρδιας. Αξίζει να σημειωθεί η μεγάλη βύθιση της κατανάλωσης της ισχύος λίγο πιο πριν από την ώρα της παραγωγικής διαδικασίας -γύρω στις 12.00 μ.μ.. Παράλληλά τις μη εργάσιμες ώρες η μέγιστη ισχύς που μπορεί να ζητήσει το εργοστάσιο είναι ίση με 10 kW, που προκύπτει σε περίπτωση που το διαμέρισμα έχει συγχρόνως σε λειτουργία το φούρνο της κουζίνας, το θερμοσίφωνα και το πλυντήριο, γεγονός μη συνηθισμένο. Άλλωστε ως προς τη χρέωση ισχύος έχει ελάχιστη σημασία, αρκεί να μην πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια της αιχμής της βιομηχανίας.



Σχήμα 2.2 : Ενδεικτική Χρονολογική Καμπύλη Φορτίου Τυπικής Εργάσιμης Ημέρας Ενδιάμεσης Περιόδου

Τέλος κατά την κατασκευή της γραφικής παράστασης από συνδυασμούς των δυνατοτήτων ως προς το χρόνο που μπορούν να λειτουργήσουν οι διάφοροι κινητήρες προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι δυνατό -όπως φαίνεται και από τα τοπικά μέγιστα- να προκύψει η αιχμή του φορτίου κατά τη διάρκεια λειτουργίας των μηχανημάτων επεξεργασίας και διαμόρφωσης των τελικών προϊόντων. Για τον έλεγχο αυτής της κατάστασης πρέπει να μελετηθεί ιδιαίτερος και να ελεγχθεί ο τρόπος λειτουργίας των τριβείων, καθώς αυτοί οι κινητήρες είναι οι μεγαλύτεροι -μετά τη μηχανή παραγωγής- και εργάζονται αρκετές ώρες την ημέρα -6 ώρες/μέρα- και αν ταυτοχρονισθούν -γεγονός που συμβαίνει λόγω του μεγάλου ποσοστού λειτουργίας τους- καλύπτουν τη μισή αιχμή του εργοστασίου. Οπότε σε περίπτωση μελέτης μέτρου διαχείρισης φορτίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη μας.

2.5.2 Χαρακτηριστική Χρονολογική Καμπύλη Φορτίου Χειμερινής Περιόδου

Κατά τη χειμερινή περίοδο θα χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία τριών μηνών, του Φεβρουαρίου, του Ιανουαρίου και του Δεκεμβρίου -και στις τρεις περιπτώσεις υπήρχε θέρμανση. Από το άθροισμα των τριών μηνών προκύπτει ότι οι ημέρες καταγραφής είναι 92, οι αντίστοιχες εργάσιμες 64 με συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια 44.960 kWh και 23.600 kvarh.

Πρώτα από όλα όμως θα καθορίσουμε την κατανάλωση των τριών βασικών τμημάτων του εργοστασίου.

Ως προς τα δύο διαμερίσματα έχουμε την ακόλουθη συγκεντρωτική κατανάλωση κάθε ημέρα έχοντας ανάγει την εβδομαδιαία συμπεριφορά σε ημερήσια -ως προς τη χρήση πλυντηρίου, θερμοσίφωνα, φούρνου κτλ.- :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Λαμπτήρες Φθορισμού	2	0,274	0,133	0,137
2	Λαμ. Πυράκτωσης	10	1,200	0,000	0,480
3	Ψυγείο	1	3,600	1,743	0,250
4	Κουζίνα	1	2,500	0,000	2,000
5	Θερμοσίφωνα	1	8,000	0,000	4,000
6	Πλυντήριο	1	1,500	1,125	2,000
7	Λοιπές συσκευές	*	*	*	*
	Σύνολο 1-7	≈20	≈17,08	≈3,00	≈10,0
8	Θερμαντικά σώματα	5	120kWh/εργ. & 130kWh/μη εργ.		10,0

Πίνακας 2.10 : Ημερήσια Κατανάλωση Συσκευών Διαμερισμάτων Φύλακα το χειμώνα

Ο θερμοσίφοντας -λόγω των κλιματολογικών συνθηκών- λειτουργεί κατά τους χειμερινούς μήνες διπλάσιο χρόνο λόγω τόσο της θερμοκρασίας του νερού εισαγωγής, όσο και λόγω των απωλειών μέσω των τοιχωμάτων προς το περιβάλλον.

Σημειώνουμε ότι οι θερμαντικές ανάγκες των διαμερισμάτων καλύπτονται με τη βοήθεια ηλεκτρικών καλοριφέρ, τα οποία λειτουργούν ουσιαστικά 12 ώρες/μέρα για τις αντίστοιχες εργάσιμες ημέρες και 13 ώρες/μέρα για τις μη εργάσιμες, όπως προέκυψε από την αντίστοιχη μεθοδολογία. Οι ώρες αυτές τοποθετούνται κατά κύριο λόγο στις μη εργάσιμες ώρες κατά τις εργάσιμες μέρες και στις ώρες που δραστηριοποιούνται εντός των κατοικιών οι διαμένοντες. Η μικρή διαφορά στις ώρες λειτουργίας οφείλεται στο γεγονός ότι οι θερμικές ανάγκες των οικιακών είναι σχεδόν οι ίδιες και στις 2 περιπτώσεις.

Ως προς τα γραφεία έχουμε την ακόλουθη συγκεντρωτική κατανάλωση κάθε εργάσιμη ημέρα στηριζόμενοι στη διαρκή λειτουργία τους κατά τη διάρκεια της βάρδιας :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Λαμπτήρες Φθορισμού	20	11,645	5,640	1,370
2	Λαμ.Πυράκτωσης	2	1,020	0,000	0,120
3	Ψυγείο/μέρα	1	2,400	1,162	0,150
4	Υπολογιστές	7	8,925	0,000	1,050
5	Λοιπά	*	*	*	*
	Σύνολο	≈30	≈23,99	≈6,80	≈2,7
6	Κλιματιστικά ως θερμαντικά σώματα	7	64,60	-	8,00

Πίνακας 2.11 : Ημερήσια Κατανάλωση Συσκευών Γραφείων το χειμώνα

Η παραπάνω κατανάλωση θεωρείται σταθερή κατά τη διάρκεια όλων των εργάσιμων ημερών του μήνα. Μόνο το ψυγείο λειτουργεί χωρίς να επηρεάζεται από το είδος της ημέρας. Ακόμη τα κλιματιστικά διαθέτουν μικρούς ανεμιστήρες, οι οποίοι είναι πολύ μικροί μπροστά στη θερμική ισχύ τους, με συνέπεια λόγω έλλειψης σχετικών στοιχείων να αγνοείται η καταναλισκόμενη άεργος ενέργειά τους. Συγχρόνως με βάση την καταγραφή προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα κλιματιστικά κατά το χειμώνα φθάνουν στη μέγιστη ισχύ τους σε ποσοστό 95% του χρόνου λειτουργίας τους -που είναι 8,5 ώρες/μέρα.

Επίσης τα μηχανήματα της κύριας παραγωγικής διαδικασίας -εκτός της μεγάλης μηχανής- κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους εργάζονται στην ονομαστική τους ισχύ. Σημειώνουμε ότι ο θερμοσίφωνας λόγω της εποχής λειτουργεί δύο ώρες. Η μεγάλη μηχανή παραγωγής, επειδή αποτελείται από ένα σύνολο μηχανών, δεν εργάζεται διαρκώς στο μέγιστο της ισχύος της, αλλά, όπως έχει προκύψει από τον αλγόριθμο που εφαρμόσαμε, λειτουργεί κατά 75% στο μέγιστο και κατά 25% στο ελάχιστο της ισχύος. Το αντίστοιχο μέγεθος για τις υπόλοιπες μηχανές επεξεργασίας και διαμόρφωσης των τελικών προϊόντων προσδιορίστηκε ίσο με 79% σε μέγιστες συνθήκες λειτουργίας και 21% στις ελάχιστες. Παράλληλα δεν λαμβάνουμε κατά αυτήν τη διαδικασία μελέτης τους κινητήρες που λειτουργούν σπάνια.

Η τελική συμμετοχή των ενεργειών των κινητήρων έχει προκύψει στηριζόμενοι στις σχέσεις (2.5-1) και (2.5-2), οπότε για την αναλογία 79%-21% προκύπτουν τα ποσοστά 81,1% και 93,7% για την ενεργό και άεργο ενέργεια αντίστοιχα.

Συνεπώς με βάση τα παραπάνω προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας για την ημερήσια κατανάλωση φορτίου από τους κινητήρες έχοντας υπόψη τις παραδοχές και τις παρατηρήσεις της προηγούμενης παραγράφου :

α/α	Κατηγορία Μηχανημάτων ως προς τη συμμετοχή τους σε φορτίο & ενέργεια	Πλήθος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Τοπική Αιχμή (kW)	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Συνολική Αιχμή (kW)
			Μέγιστη Απαίτηση			Τελική Συμμετοχή		
1	Βοηθητικά Μηχ. Κύριας Παραγωγ. Διαδικασίας	10	33,392	16,128	20,0	33,392	16,128	11,72
2	Μηχανισμα Κύριας Παραγ. Διαδικασίας	1	46,151	40,860	65,93	35,767	37,800	65,93
3	Ραπτικές	2	33,040	25,015	4,72	33,040	25,015	0,000
4	Λοιπές Μηχανές Επέξ. Διαμόρφωσης Προϊόντος	16	383,372	298,764	78,49	310,915	279,942	0,000
5	Λοιπά	*	*	*	*	*	*	*
	Σύνολο	≈30	≈495,955	≈380,767	≈169,14	≈413,114	≈358,885	≈77,65

Πίνακας 2.12 : Ημερήσια Κατανάλωση Μηχανημάτων Βιομηχανίας το χειμώνα

Συνεπώς η κατανάλωση μέσα στην περίοδο αυτών των τριών μηνών δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα, όπου στα «Ημερήσια Φορτία» περιλαμβάνονται τα φορτία των διαμερισμάτων και το ψυγείο του συγκροτήματος των γραφείων πολλαπλασιαζόμενα με τον αριθμό ημερών καταγραφής -που είναι ίσος με 92-, στα «Λοιπά Φορτία» ανήκουν τα υπόλοιπα φορτία των γραφείων και στα «Μηχανήματα» ανήκουν όλοι οι κινητήρες της βιομηχανικής εγκατάστασης. Οι δύο τελευταίες κατηγορίες πολλαπλασιάζονται με τον αριθμό των εργάσιμων ημερών που είναι στην προκειμένη περίπτωση 64. Τα «Θερμαντικά σώματα» εκφράζουν τις θερμικές ανάγκες των διαμερισμάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προκύπτει από το άθροισμα του γινομένου της ενέργειας των 120 kWh με τον αριθμό των εργάσιμων ημερών, που είναι 64, και του γινομένου της ενέργειας των 130 kWh με τον αριθμό των μη εργάσιμων ημερών, που είναι ίσο με 28. Τα «Κλιματιστικά» των γραφείων υπολογίζονται από το γινόμενο της αντίστοιχης ημερήσιας ημέρας με τον αριθμό των εργάσιμων ημερών.

α/α	Είδος Μηχανήματος	Ενέργεια (kWh)	Άεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Ημερήσια Φορτία	1.792,16	382,90	0,300
2	Λοιπά Φορτία Γραφείων	1.381,76	360,96	2,550
3	Μηχανήματα	26.439,30	22.968,64	77,65
4	Θερμαντικά Σώματα	11.320,00	-	-
5	Κλιματιστικά	4.134,400	-	8,00
6	Λοιπά	*	*	*
Σύνολο		≈45.068	≈23.712	≈88,5
Σύνολο από Δ.Ε.Η.		44.960	23.600	88,0
Διαφορά (%) προς Δ.Ε.Η.		+0,24%	+0,48%	+0,57%

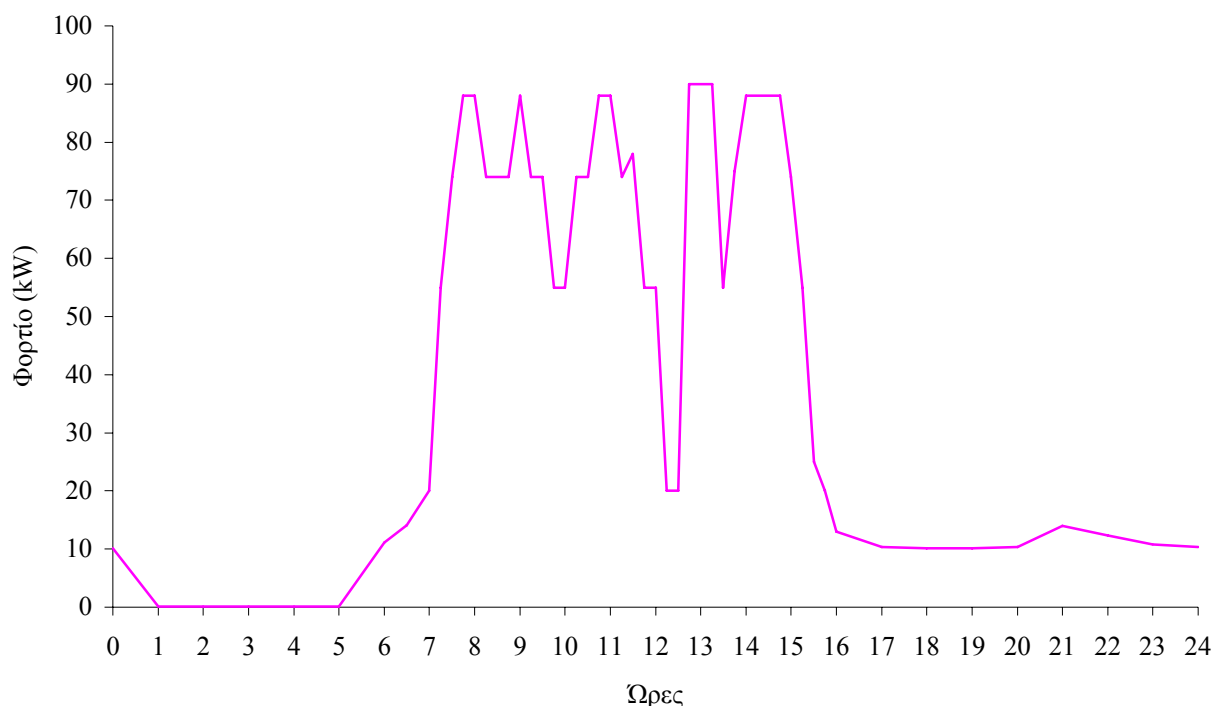
Πίνακας 2.13 : Συνολική Κατανάλωση Καταγεγραμμένων Μηχανημάτων Βιομηχανίας κατά τη χειμωνιάτικη περίοδο

Με βάση τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ικανοποιητική προσέγγιση της ενεργειακής ηλεκτρικής συμπεριφοράς του εργοστασίου κατά τη διάρκεια της χειμωνιάτικης περιόδου, όπως επίσης και της αντίστοιχης ισχύος.

Αν πάντως προσπαθήσουμε να παραστήσουμε τη χρονολογική καμπύλη φορτίου του εργοστασίου, με την προϋπόθεση ότι κάθε μέρα έχουμε τις ίδιες ώρες την αιχμή φορτίου, τότε θα έχουμε την ακόλουθη μορφή περίπου λαμβάνοντας υπόψη μας τη δυνατότητα μεταβολής – μικρής μετατόπισης των χρονικών στιγμών των τοπικών αιχμών εντός της βάρδιας.

Εκείνα που αξίζει να σημειωθούν είναι :

- η μεγάλη βύθιση της κατανάλωσης της ισχύος λίγο πιο πριν από την ώρα της παραγωγικής διαδικασίας -γύρω στις 12.00 μ.μ.-,
- η αύξηση της αιχμής λόγω λειτουργίας των κλιματιστικών, που είναι ίση με 8 kW, κατά τις ώρες της παραγωγικής διαδικασίας,
- η αύξηση του φορτίου κατά τις μη εργάσιμες ώρες, κατά τις οποίες λειτουργεί η θέρμανση, φθάνοντας τα 10kW,
- η μέγιστη ισχύς που μπορεί να ζητήσει το εργοστάσιο κατά τις μη εργάσιμες ώρες είναι ίση με 20 kW, που προκύπτει από τα 10 kW λόγω ηλεκτρικής θέρμανσης και άλλα 10 kW από πιθανή σύγχρονη λειτουργία του φούρνου της κουζίνας, του θερμοσίφωνα και του πλυντηρίου, γεγονός μη συνηθισμένο,
- αύξηση του φορτίου αιχμής κατά τη χειμερινή περίοδο έναντι της ενδιάμεσης κατά 8 kW για τις εργάσιμες ώρες και κατά 10 kW κατά της μη εργάσιμες ώρες.



Σχήμα 2.3 : Ενδεικτική Χρονολογική Καμπύλη Φορτίου Τυπικής Εργάσιμης Ημέρας Χειμερινής Περιόδου

Τέλος κατά την κατασκευή της γραφικής παράστασης από συνδυασμούς των δυνατοτήτων ως προς το χρόνο που μπορούν να λειτουργήσουν οι διάφοροι κινητήρες, τα κλιματιστικά και οι λοιπές συσκευές προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι δυνατό -όπως φαίνεται και από τα τοπικά μέγιστα- να προκύψει η αιχμή του φορτίου κατά τη διάρκεια λειτουργίας των μηχανημάτων επεξεργασίας και διαμόρφωσης των τελικών προϊόντων. Οπότε σ' αυτήν την περίπτωση, αν υπάρξει μελέτη μέτρου διαχείρισης φορτίου, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο τρόπος λειτουργίας των τριβείων και των κλιματιστικών.

2.6 Σύγκριση Ανάλυσης Φορτίου Διαφορετικών Περιόδων – Πρόβλεψη Συμπεριφοράς Καλοκαιρινής Περιόδου

Αν και από τη μελέτη μας λείπει η καλοκαιρινή περίοδος -λόγω έλλειψης των απαραίτητων αξιόπιστων στοιχείων εξαιτίας της προσθήκης νέων κινητήρων-, προκύπτει από τη σύγκριση ότι κατά τη χειμερινή περίοδο η αύξηση της κατανάλωσης ενεργού ενέργειας, σχεδόν κατά 50% έναντι της ενδιάμεσης περιόδου, οφείλεται κατά κύριο λόγο στη χρήση των ηλεκτρικών καλοριφέρ και των κλιματιστικών ως θερμαντικά σώματα. Συγχρόνως βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής ισχύος -φθάνοντας στην τιμή του 0,9- σε σχέση με την αντίστοιχη της ενδιάμεσης περιόδου. Οπότε διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες.

Ως προς την καλοκαιρινή περίοδο η αύξηση της καταναλισκόμενης ενεργού ενέργειας είναι σημαντικά μικρότερη σε σχέση με της χειμερινής ως προς την ενδιάμεση περίοδο, καθώς από τη μία μεριά οι θερμοσίφωνες δεν συμμετέχουν και τα διαμερίσματα δεν έχουν κλιματιστικά και από την άλλη λειτουργούν τα κλιματιστικά των γραφείων ως ψυκτικά μέσα τις εργάσιμες ώρες. Το σημαντικότερο στοιχείο είναι ότι κατά το καλοκαίρι μειώνονται σημαντικά οι παραγγελίες, με συνέπεια -μην έχοντας τα απαραίτητα στοιχεία

για τους κινητήρες- να είναι δύσκολη η ασφαλής πρόβλεψη της συμπεριφοράς της βιομηχανίας.

Εξαιτίας τούτων θα θεωρήσουμε ότι κατά τις εργάσιμες μέρες της καλοκαιρινής περιόδου -ουσιαστικά για τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο- θα έχουμε την κατανάλωση της ενδιάμεσης περιόδου, ενώ παράλληλα θα λειτουργούν τα κλιματιστικά περίπου κατά 5 ώρες την ημέρα, με συνέπεια ο αντίστοιχος πίνακας κατανάλωσης εργάσιμης ημέρας να είναι ο ακόλουθος :

α/α	Είδος Μηχανήματος	Ενέργεια (kWh)	Αεργος Ενέργεια (kvarh)	Αιχμή (kW)
1	Ημερήσια Φορτία	11,480	4,162	0,300
2	Λοιπά Φορτία Γραφείων	21,590	5,638	2,550
3	Μηχανήματα	403,663	357,989	77,65
4	Κλιματιστικά	40,650	19,688	8,13
5	Λοιπά	*	*	*
Σύνολο		477,383	387,477	≈88,6

Πίνακας 2.14 : Ημερήσια Κατανάλωση Εργάσιμης Ημέρας κατά τη καλοκαιρινή περίοδο

Τις μη εργάσιμες ημέρες η κατανάλωση περιορίζεται στη κατηγορία φορτίων 1, με συνέπεια η αναμενόμενη κατανάλωση ενέργειας κατά τους αντίστοιχους μήνες -που μας λείπουν- να διαμορφώνεται ως εξής :

Μήνες Καταγραφής	Ημέρες Καταγραφής	Εργάσιμες Ημέρες	Ενέργεια kWh	Αεργος Ενέργεια kvarh	Ισχύς KAZ kW	Συντελεστής Ισχύος cosφ
Σεπτέμβριος	30	22	10.600	8.560	84	0,778
Αύγουστος	30	15	7.320	5.880	84	0,780
Ιούλιος	31	21	10.120	8.160	84	0,778
Ιούνιος	30	20	9.680	7.800	84	0,779
Μάιος	28	20	8.920	7.400	80	0,770

Πίνακας 2.15 : Πρόβλεψη Χαρακτηριστικών Τιμολογίου Ηλεκτρικής Ενέργειας για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο

Η ισχύς αιχμής, αν και θα αναμέναμε να είναι 88 kW, λαμβάνοντας υπόψη την προϊστορία των τιμολογίων και ταυτόχρονα ότι δεν είναι δυνατό όλα τα κλιματιστικά να λειτουργούν συγχρόνως, τίθεται ίση με 84 kW, θεωρώντας ότι το πολύ το 50% της ισχύος των κλιματιστικών συμμετέχουν στην αιχμή.

Για τους υπόλοιπους μήνες ισχύουν οι αντίστοιχες τιμές του πίνακα 2.5, οπότε με βάση τα παραπάνω στοιχεία προκύπτουν τα ετήσια χαρακτηριστικά των τιμολογίων ενός έτους που θα χρησιμοποιήσουμε στην υπόλοιπη μελέτη μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Γενικά περί Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας στη Χημική Βιομηχανία

Τα μέτρα της εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούμε να εφαρμόσουμε γενικά σε μία βιομηχανία κατηγοριοποιούνται βασικά σε δύο είδη : στα γενικής φύσεως και στα ειδικά.

Ως προς τη δεύτερη κατηγορία πρέπει κανείς να έχει υπόψη του ότι χρειάζεται να έχει ειδικές γνώσεις της παραγωγικής διαδικασίας και του είδους της βιομηχανίας, ώστε να είναι σε θέση να προτείνει εφαρμόσιμη τεχνική λύση. Εξαιτίας τούτου δεν είμαστε σε θέση στην παρούσα εργασία να ασχοληθούμε αναλυτικά με τη βελτιστοποίηση από πλευράς ενεργειακής απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας, αφού απαιτούνται γνώσεις χημικού μηχανικού. Ωστόσο θα εξετάσουμε την προσθήκη μόνωσης γύρω από τα δοχεία προθέρμανσης των χημικών υλικών που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία, όπου εκεί θα αναδειχθεί η ανάγκη να γνωρίζουμε περισσότερα γύρω από τη λειτουργία των μηχανημάτων μέσω των οποίων επιτελούνται οι χημικές διεργασίες.

Τα μέτρα γενικής φύσεως που θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε στην παρούσα βιομηχανία είναι τα ακόλουθα :

- ◇ αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς λαμπτήρες ή λαμπτήρες φθορισμού,

- ◇ αντικατάσταση ηλεκτρικών καλοριφέρ και κλιματιστικών που λειτουργούν κατά τη χειμωνιάτικη περίοδο είτε με καλοριφέρ με λέβητα πετρελαίου, είτε με θερμοσυσσωρευτές,

- ◇ αντικατάσταση παλαιών εξωτερικών κουφωμάτων και υαλοστασίων ή προσθήκη μόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους,

- ◇ βελτίωση του τρόπου λειτουργίας των κινητήρων με κατάλληλους μηχανισμούς, ώστε να παύει η τροφοδοσία τους, όταν λειτουργούν υπό συνθήκες κενού φορτίου. Το τελευταίο μέτρο αφορά εν μέρει και την παραγωγική διαδικασία.

Επίσης υπάρχουν και ένα πλήθος άλλων μέτρων εκσυγχρονισμού των ηλεκτρικών συστημάτων, όπως χωρητικής αντιστάθμισης, διαχείρισης φορτίου, αλλαγής τιμολογίων κτλ., με τα οποία όμως δεν εξοικονομούμε άμεσα ενέργεια -με έμμεσο τρόπο είναι δυνατό να επιτευχθεί και αυτό, καθώς χρησιμοποιώντας χωρητική αντιστάθμιση μειώνουμε το ρεύμα που διαρρέει τους αγωγούς και τους μετασχηματιστές, με αποτέλεσμα να μειώνονται και οι αντίστοιχες ωμικές απώλειες. Με αυτά τα μέτρα πετυχαίνουμε κατά κύριο λόγο μείωση της χρέωσης ενέργειας και ισχύος στα τιμολόγια. Επειδή δεν είναι ουσιαστικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, θα εξεταστούν χωριστά στο επόμενο κεφάλαιο.

3.2 Αντικατάσταση Λαμπτήρων Πυράκτωσης με Ηλεκτρονικούς Λαμπτήρες

Το μεγαλύτερο μέρος της βιομηχανίας χρησιμοποιεί ήδη λαμπτήρες φθορισμού. Συγκεκριμένα το σύνολο των γραφείων έχει 20 λαμπτήρες φθορισμού που λειτουργούν κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ωρών κάθε μέρας φθάνοντας σε επίπεδο έντασης ίσο με 290 lux, 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 φθορισμού των 58Watt -λ=5- με φωτεινή ροή Φ_λ ίση με 5,2 kLumen, οπότε σύμφωνα με τους πίνακες 2.3-2, 2.3-3 και 2.3-4 του βιβλίου [E5] και τις σχέσεις :

$$\kappa = \frac{L + 4 \cdot B}{5 \cdot (h - h_\epsilon)} \quad (3.2-1)$$

$$\lambda \cdot \Phi_\lambda = \frac{E \cdot A \cdot 100}{\nu \cdot n} \quad (3.2-2)$$

προκύπτει ότι η ένταση E φωτισμού του χώρου είναι ίση με 290 lux, καθώς με μήκος L ίσο με 6m, πλάτος B 4m, ύψος θέσης φωτιστικών σωμάτων h 3m και επίπεδο εργασίας h_ϵ 0,8m, ο συντελεστής χώρου κ είναι 2,91. Συγχρόνως ο συντελεστής ελάττωσης ν στον καθαρό χώρο είναι 0,8 και ο συντελεστής απόδοσης n είναι 67% -αφού ο φωτισμός είναι άμεσος σε ανοιχτόχρωμους χώρους- και το εμβαδό του χώρου A είναι ίσο με 48 m².

Από όλο το συγκρότημα της βιομηχανίας -εξαιρώντας τα διαμερίσματα- μόνο οι τουαλέτες διαθέτουν λαμπτήρες πυράκτωσης -2 των 60 Watt-, οι οποίες όμως πάλι καταναλώνουν ενέργεια κατά τη διάρκεια των 8,5 ωρών της βάρδιας.

Αν αντικαταστήσουμε μία λάμπα πυράκτωσης των 60 Watt με έναν ηλεκτρονικό λαμπτήρα φθορισμού των 11 Watt, τότε σε κάθε ώρα λειτουργίας εξοικονομούμε 0,049 kWh. Μέσα σε ένα έτος με 246 εργάσιμες μέρες και 8,5 ώρες λειτουργίας θα εξοικονομήσουμε 102,459 kWh, δηλαδή περίπου 100 kWh.

Ακόμη ο χρόνος ζωής ενός λαμπτήρα πυράκτωσης είναι περίπου 1.000 ώρες έναντι των 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. Προς απλοποίηση των πράξεων θα θεωρήσουμε ότι οι ώρες λειτουργίας είναι περίπου 2.000 ώρες, οπότε μέσα σε 5 χρόνια θα έχουμε αλλάξει δέκα λαμπτήρες πυράκτωσης και μόλις 1 ηλεκτρονικό λαμπτήρα.

Στη συνέχεια θεωρούμε ότι στην αρχή κάθε έτους γίνεται η προμήθεια των νέων λαμπτήρων και δεχόμαστε ότι η τρέχουσα τιμή για ένα λαμπτήρα πυράκτωσης 60 Watt είναι 250 δραχμές, ενώ για τον αντίστοιχο ηλεκτρονικό είναι 4.000 δραχμές. Συνεπώς δεχόμενοι ότι το μελλοντικό επιτόκιο είναι ίσο με 4,5%, μέσα στα επόμενα 5 χρόνια από την εγκατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης έχουμε κόστος ίσο με 2.294 δρχ. μέσω της σχέσης (1.3-6), αφού κάθε έτος δαπανούμε 500 δραχμές προς αντικατάσταση εξοπλισμού. Το αντίστοιχο κόστος για τον ηλεκτρονικό λαμπτήρα είναι 4.000 δρχ., που δαπανάται εφάπαξ στην έναρξη κάθε πενταετίας. Εξαιτίας τούτου από την εγκατάσταση των λαμπτήρων ζημιωνόμαστε μέσα στην επόμενη πενταετία κατά 1.706 δραχμές.

Όμως λόγω εξοικονόμησης ενέργειας ίσης με 100 kWh το έτος και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στο τιμολόγιο Γ22B, που είναι ίση με 22,21 δρχ./kWh, προκύπτει ότι κάθε έτος μειώνουμε τα έξοδα κατά 2.221 δρχ., οπότε μέσα στην επόμενη πενταετία έχουμε μέσω της σχέσης (1.3-6) και του i ίσου με 4,5% ότι μειώνουμε τα έξοδά μας κατά 10.190 δρχ. -ανάγοντας τα χρήματα στο έτος μελέτης. Συνεπώς μέσα σε λιγότερο από δύο έτη έχει γίνει απόσβεση της επένδυσης -κέρδος 1.325

δρχ. στο τέλος του δεύτερου έτους- και στο τέλος της πενταετίας θα έχουμε μειώσει τελικά τα έξοδά μας κατά 8.484 δραχμές ανά λαμπτήρα σε τιμές έτους 2000.

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' αυτήν τη μελέτη διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο ο χρόνος χρήσης της συσκευής κάθε έτους, διότι, αν μελετήσουμε την περίπτωση μίας 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. Διότι η περίοδος μελέτης μας θα διαρκέσει 10 έτη, όπου κάθε έτος θα αγοράζουμε μόνο ένα λαμπτήρα πυράκτωσης -αντί δύο της προηγούμενης περίπτωσης-, με συνέπεια να πληρώσουμε 2.067 δρχ. σε δέκα έτη αναγόμενες στο έτος μελέτης. Αντίθετα αν τοποθετήσουμε ηλεκτρονικό λαμπτήρα, θα πληρώσουμε εφάπαξ στην αρχή της δεκαετίας 4.000 δρχ., οπότε από την αλλαγή λαμπτήρων θα ζημιωνόμασταν κατά 1.933 δραχμές.

Λόγω εξοικονόμησης ενέργειας ίσης με 49 kWh το έτος και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στο τιμολόγιο Γ22Β, προκύπτει ότι κάθε έτος μειώνουμε τα έξοδα κατά 1.088 δραχμές ετησίως, οπότε μέσα στην επόμενη δεκαετία έχουμε μέσω της σχέσης (1.3-6) και του i ίσου με 4,5% ότι μειώνουμε τα έξοδά μας κατά 8.997 δραχμές. Συνεπώς μέσα σε δύο έτη έχει γίνει απόσβεση της επένδυσης -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 έτους 2000.

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 ($8.484 + 8.484 / (1 + 0,045)^5 = 15.292$ δρχ.). Από αυτό το σημείο 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' αυτήν την περίπτωση προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης των διαμερισμάτων που λειτουργούν γύρω στις 2 με 3 ώρες ημερησίως με ηλεκτρονικούς, αφού σε δύο χρόνια θα έχει γίνει η απόσβεση της εγκατάστασης και από εκεί και πέρα μέχρι και 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 μεγαλύτερα κόστη εγκατάστασης -αφού θα αλλάξουμε και το φωτιστικό σώμα-, μεγαλύτερα λειτουργικά κόστη και λίγο μικρότερη διάρκεια ζωής από τις αντίστοιχες ηλεκτρονικές.

Σημειώνουμε τέλος ότι υπάρχουν άλλοι 40 λαμπτήρες φθορισμού στο τμήμα της παραγωγής της βιομηχανίας, οι οποίοι όμως λόγω των καλών φυσικών συνθηκών φωτισμού δεν λειτουργούν στις περισσότερες περιπτώσεις. Ωστόσο η απόδοσή τους είναι αρκετά μειωμένη μέχρι και 50% λόγω της μεγάλης ηλικίας των φωτιστικών σωμάτων, της κατά τόπου αυξημένης υγρασίας που τα έχει φθείρει αρκετά, της συσσώρευσης σκόνης και της έλλειψης συντήρησης και καθαρισμού. Βέβαια σε κάθε περίπτωση με σχεδόν μηδαμινό κόστος είναι δυνατό να βελτιωθεί η απόδοση των φωτιστικών σωμάτων με τον κατάλληλο καθαρισμό που μπορεί να εκτελέσει ο ηλεκτροτεχνίτης της βιομηχανίας.

Από τη μελέτη που προηγήθηκε προκύπτει το συμπέρασμα ότι η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς είναι ένα εφαρμόσιμο από τεχνικοοικονομικής πλευράς μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας, γι' αυτό 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 ηλεκτρικής ενέργειας από τις ακριβές μονάδες, όπως είναι οι αεριοστρόβιλοι.

3.3 Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Καλοριφέρ & Κλιματιστικών ως Θερμαντικά Σώματα κατά τη Χειμωνιάτικη Περίοδο

Από τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει ότι η κατανάλωση ενεργού ενέργειας ουσιαστικά αυξάνεται κατά 50% κατά τη διάρκεια του χειμώνα λόγω χρήσης των ηλεκτρικών καλοριφέρ και λόγω της λειτουργίας των κλιματιστικών ως θερμαντικών σωμάτων. Ιδιαίτερα τα δεύτερα εκτός του ότι λειτουργούν καθόλη τη διάρκεια των εργάσιμων ωρών προσθέτουν 8 kW ηλεκτρική ισχύ στην αιχμή του φορτίου, με συνέπεια να υπάρχει η αντίστοιχη επιβάρυνση. Γι' αυτό θα εξετάσουμε δύο λύσεις πιθανής βελτίωσης του τρόπου θέρμανσης του εργοστασίου :

- αντικατάσταση των υπαρχόντων σωμάτων με καλοριφέρ και με λέβητα πετρελαίου, λαμβάνοντας υπόψη μας δύο υποπεριπτώσεις χρήσης ή μη του ήδη υπάρχοντα λέβητα της παραγωγικής διαδικασίας,

- αντικατάσταση των υπαρχόντων σωμάτων με θερμοσυσσωρευτές για μείωση της αιχμής φορτίου.

Βέβαια θα μπορούσαμε να προχωρήσουμε στη διαχείριση του ηλεκτρικού φορτίου με τη βοήθεια ηλεκτρονόμων απορρίπτοντας το φορτίο των κλιματιστικών και των ηλεκτρικών καλοριφέρ πάνω από τα 80 kW, ώστε να περιορίσουμε την αιχμή φορτίου. Αυτό το μέτρο όμως θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο, καθώς δεν επιτυγχάνεται μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, αλλά μείωση του κόστους του ηλεκτρικού τιμολόγιου με αντίστοιχη μείωση της χρέωσης ισχύος.

3.3.1 Εύρεση του ετήσιου κόστους λειτουργίας της υπάρχουσας κατάστασης στη θέρμανση

Από τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει ότι αν θεωρήσουμε ότι η χειμωνιάτικη περίοδος αποτελείται από αρχές Νοεμβρίου μέχρι και μέσα Μαρτίου, τότε η αντίστοιχη χρονική διάρκεια είναι περίπου 125 ημέρες εκ των οποίων οι 85 είναι εργάσιμες. Λαμβάνοντας αυτά τα στοιχεία υπόψη μας, καθώς επίσης ότι κατά τις εργάσιμες ημέρες τα κλιματιστικά των γραφείων καταναλώνουν 64,60 kWh/μέρα και τα καλοριφέρ των διαμερισμάτων 120 kWh/μέρα. Τις μη εργάσιμες μέρες υπάρχει μόνο κατανάλωση από τα καλοριφέρ ίση με 130 kWh/μέρα.

Εξαιτίας τούτων σε ένα έτος η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για λόγους θέρμανσης είναι ίση με 20.891 kWh, δηλαδή περίπου ίση με 20.900 kWh, συνολικού κόστους -με τον υπάρχον τιμολόγιο- 463.989 δραχμών, δηλαδή σχεδόν 464.000 δραχμών. Βέβαια κάθε χρόνο το τελικό κόστος επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες του αντίστοιχου χειμώνα, αλλά θεωρούμε ότι αυτά τα μεγέθη αντιπροσωπεύουν το μέσο χειμώνα.

3.3.2 Υπολογισμός σε επίπεδο προμελέτης αναγκών θέρμανσης των διαμερισμάτων και των γραφείων

Επειδή το κτίριο είναι απομονωμένο και βρίσκεται εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες, σύμφωνα με τα βιβλία [E7] και [E13] ως [E16], μπορούμε να προσδιορίσουμε με αρκετή ακρίβεια τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου δεχόμενοι ότι είναι ίσες με 100 kcal/h ανά τετραγωνικό μέτρο και λαμβάνοντας υπόψη ότι το εμβαδό των διαμερισμάτων είναι 50 m² και των γραφείων 150 m², τότε οι συνολικές ανάγκες είναι το μέγιστο 20.000 kcal/h. Οι ανάγκες αυτές θα περιορίζονταν σημαντικά, αν υπήρχε καλή μόνωση στο κτίριο, διπλά υαλοστάσια κτλ., γεγονός που δεν συμβαίνει. Αντίθετα ακόμη και οι εσωτερικοί χώροι βρίσκονται σε επικοινωνία και εφάπτονται των αποθηκευτικών χώρων που δεν θερμαίνονται και των οποίων οι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από πλίνθους. Για μεγαλύτερη ακρίβεια είναι απαραίτητη η αναλυτική μελέτη θερμικών απωλειών, σύμφωνα με τα [E16] και [E17].

3.3.3 Υπολογισμός σε επίπεδο προμελέτης θέρμανσης των διαμερισμάτων και των γραφείων με καλοριφέρ πετρελαίου

Στη συνέχεια προσδιορίζουμε τα αναγκαία στοιχεία της θέρμανσης με καλοριφέρ πετρελαίου στηριζόμενοι στις προηγούμενες παραδοχές υπολογίζοντας τα απαραίτητα σώματα, το λέβητα, τον κυκλοφορητή, τις σωληνώσεις και τη δεξαμενή πετρελαίου.

Ως προς το λέβητα σημειώνουμε ότι, αν και στο εργοστάσιο υπάρχουν διαθέσιμοι 2 λέβητες των 290 kW (περίπου 250.000 kcal/h), δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν αυτοί για τη θέρμανση, καθώς είναι τουλάχιστον 8 φορές μεγαλύτεροι από τον αντίστοιχο απαιτούμενο λέβητα για θέρμανση, με συνέπεια να μην είναι εφαρμόσιμη ως τεχνική λύση η χρήση ενός εκ των δύο υπαρχόντων λεβήτων για το σκοπό αυτό.

Το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι το μονοσωλήνιο, ώστε να είναι δυνατή η εύκολη απομόνωση των κυκλώματων θέρμανσης και η ανεξάρτητη λειτουργία των χώρων μέσω των κατάλληλων ηλεκτροβαννών. Συγκεκριμένα οι χώροι χωρίζονται σε πέντε κυκλώματα, οι οποίοι είναι:

- το λογιστήριο -κύκλωμα K1- που βρίσκεται στο ισόγειο,
- το γραφείο παραγγελιών και διακίνησης εμπορευμάτων -κύκλωμα K2- που βρίσκεται στο ισόγειο,
- τα γραφεία του διοικητικού προσωπικού και του χημικού μηχανικού -κύκλωμα K3- που βρίσκεται στον πρώτο όροφο,
- το διαμέρισμα 1 -κύκλωμα K4- που βρίσκεται στον πρώτο όροφο,
- το διαμέρισμα 2 -κύκλωμα K5 - που βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το κυρίως κτίσμα.

Τα τρία πρώτα λειτουργούν τις ίδιες ώρες, οπότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ίδια ηλεκτροβάννα, ενώ το κάθε ένα από τα άλλα δύο -λόγω της διαφορετικής θέσης στην οποία βρίσκονται- είμαστε αναγκασμένοι να βάλουμε χωριστές ηλεκτροβάννες.

Με βάση τις πιο πάνω παραδοχές χρειαζόμαστε τα ακόλουθα σώματα λαμβάνοντας υπόψη τις κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες [E16] που προκύπτουν κατά την επιλογή των θερμαντικών σωμάτων με τους συντελεστές διόρθωσης έχοντας ως ποσοστό παροχής ύδατος διαμέσου του κάθε σώματος προς τη συνολική παροχή του κυκλώματος το 50%:

Δωμάτιο	Θερμικές Ανάγκες kcal/h	Κύκλωμα -Σειρά	Σώμα τύπος-ύψος-μήκος	Ονομ. Ισχύς kcal/h	Πραγμ. Ισχύς kcal/h	Κόστος δρχ/τεμάχιο
Γραφεία						
Λογιστήριο	5.000	K1-Σ1 K1-Σ2	PKKP2-0,9-1,0 PKKP2-0,9-1,1	2.720 3.000	2.668 2.362	61.900 67.200
Γραφείο Παραγγελιών	4.000	K2-Σ1 K2-Σ2	DKEK3-0,9-0,8 DKEK3-0,9-0,8	3.030 1.385	2.886 1.205	79.900 39.300
W.C.	1.000	K2-Σ3	PKKP2-0,9-0,5	1.360	1.070	35.900
Γραφείο Μ.Σακαλάκη	2.300	K3-Σ1	DKEK3-0,9-0,6	2.270	2.316	60.700
Γραφείο Ι.Σακαλάκη	2.000	K3-Σ2	PKKP2-0,6-1,2	2.350	2.008	49.100
Γραφείο Χημικού	800	K3-Σ3	PKKP2-0,4-0,8	1.080	850	26.500
Διαμέρισμα 1						
Κουζίνα	1.000	K4-Σ1	PKKP2-0,6-0,5	978	1.019	30.100
Λουτρό	500	K4-Σ3	PKKP2-0,4-0,5	675	531	17.800
Υπνοδωμάτιο	1.000	K4-Σ2	PKKP2-0,6-0,6	1.175	1.022	32.300
Διαμέρισμα 2						
Κουζίνα	1.000	K5-Σ1	PKKP2-0,6-0,5	978	1.063	30.100
Λουτρό	500	K5-Σ4	PKKP2-0,4-0,5	675	531	17.800
Υπνοδωμάτιο 1	1.000	K5-Σ3	PKKP2-0,6-0,6	1.175	996	32.300
Υπνοδωμάτιο 2	1.000	K5-Σ2	PKKP2-0,6-0,5	1.080	1.049	26.500

Πίνακας 3.1 : Προεπιλογή Θερμαντικών Σωμάτων

Το σύνολο των θερμικών αναγκών των εγκατεστημένων σωμάτων είναι ίσο με 21.576 kcal/h με συνολικό κόστος 607.000 δραχμές.

Οι αντίστοιχες σωληνώσεις με την κατάλληλη μόνωση -περίπου 150 μέτρα χαλκοσωλήνα 18 mm, 20 μέτρα χαλκοσωλήνα 28 mm-, οι 3 ηλεκτροβάννες (μία για τα γραφεία, και μία για κάθε διαμέρισμα), οι αντίστοιχοι θερμοστάτες, οι διάφορες βάννες, οι τρεις υδραυλικοί πίνακες, η αυτόματα ρυθμιζόμενη τρίοδη βάννα κεντρικού λέβητα 28 mm και λοιπά μικροεξαρτήματα ως υλικά κοστίζουν περίπου 550.000 δραχμές.

Θέτοντας ότι ο συντελεστής προσαύξησης είναι 30% λόγω απωλειών κατά μήκος των διαδρομών και της διαδικασίας εκκίνησης, προκύπτει ότι χρειαζόμαστε ένα λέβητα των 28.000 kcal/h. Ως οικονομική και ταυτόχρονα αποδοτική λύση διαλέγουμε έναν χαλύβδινο λέβητα ισχύος 30.000 kcal/h κόστους 209.000 δραχμών μαζί με τον αντίστοιχο καυστήρα κόστους 155.000 δραχμών. Παράλληλα ο αντίστοιχος κυκλοφορητής RS 25/60 με παροχή ίση με 1,5 m³/h και μανομετρικό ύψος 2 m στήλης H₂O κοστίζει 32.500 δρχ., ενώ το κατάλληλο δοχείο διαστολής 25 λίτρων με βαλβίδες ασφαλείας και μανόμετρο 205.000 δρχ.. Η επιπρόσθετη δεξαμενή λαμαρίνας πάχους 3 mm όγκου 1 m³ μαζί με τα απαραίτητα εξαρτήματα -φίλτρα ακάθαρτου πετρελαίου, ανθρωποθυρίδες, βάννες κτλ.- κοστίζει 95.000 δραχμές, ενώ η καπνοδόχος περίπου 60.000 δρχ..

Τα εργατικά για τις όλες τις εργασίες για μία εγκατάσταση τέτοιου μεγέθους είναι περίπου 800.000 δρχ., οπότε το συνολικό κόστος είναι 2.700.000 δρχ..

Εκτός από τα έξοδα εγκατάστασης υπάρχουν και τα λειτουργικά έξοδα χρήσης της θέρμανσης. Αν θεωρήσουμε ότι ο λέβητας λειτουργεί στο 100% της ισχύος του 8 ώρες και άλλες 2 ώρες στο 35% -με κατάλληλο χειρισμό των ηλεκτροβαννών- κατά τις εργάσιμες μέρες και 10 ώρες στο 35% τις μη εργάσιμες, τότε λαμβάνοντας υπόψη την κατανάλωση του λέβητα σε πετρέλαιο -για το 100% της ισχύος είναι 3,53 kg/h με 85% απόδοση- και τον αριθμό των χειμερινών εργάσιμων ημερών -85- και των μη -40- χρειάζονται 3.650 λίτρα πετρέλαιο ετησίως. Σ' αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να τονισθεί η μεταβολή του κόστους του πετρελαίου στη διεθνή αγορά, καθώς, ενώ μέχρι και πέρσι η τιμή κυμαινόταν ανάμεσα στις 90 και τις 100 δρχ/λίτρο, φέτος έφθασε μέχρι και τις 140 δρχ./λίτρο. Αν θεωρήσουμε ότι η κατάσταση στην αγορά πετρελαίου εξομαλυνθεί, τότε το αντίστοιχο κόστος θα είναι 365.000 δρχ. ετησίως, αλλιώς, αν λάβουμε υπόψη μας τη μέση τιμή του πρώτου τετραμήνου του 2000 -περίπου 130 δρχ/λίτρο-, τότε το αντίστοιχο κόστος θα είναι περίπου 474.500 δρχ. ετησίως.

3.3.4 Υπολογισμός σε επίπεδο προμελέτης θέρμανσης των διαμερισμάτων και των γραφείων με θερμοσυσσωρευτές

Με βάση τις παραδοχές ως προς τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου, τις ώρες λειτουργίας της θέρμανσης -8 ώρες για τα γραφεία και 12 για τα διαμερίσματα-, τις ώρες φόρτισης των συσκευών -8 νυχτερινές ώρες- προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας για τα αναγκαία μεγέθη των θερμοσυσσωρευτών που φθάνουν σε απόδοση το 99%.

Δωμάτιο	Εμβαδό m ²	Ισχύς kW	Πλήθος	Κόστος δρχ/τεμάχιο
Γραφεία				
Λογιστήριο	50	2	3	57.000
Γραφείο Παραγγελιών	40	2	2	57.000
Γραφείο Ι.Σακαλάκη	20	2	1	57.000
Γραφείο Διευθύντριας	23	2	1	57.000
Γραφείο Χημικού	8	1	1	46.400
W.C. -αερόθερμο-	10	0,5	2	15.000
Διαμέρισμα 1				
Κουζίνα	10	2	1	57.000
Λουτρό -αερόθερμο-	5	1	1	20.000

Δωμάτιο	Εμβαδό m ²	Ισχύς kW	Πλήθος	Κόστος δρχ/τεμάχιο
Υπνοδωμάτιο	10	2	1	57.000
Διαμέρισμα 2				
Κουζίνα	10	2	1	57.000
Λουτρό –αερόθερμο-	5	1	1	20.000
Υπνοδωμάτιο	10	2	1	57.000
Υπνοδωμάτιο	10	2	1	57.000

Πίνακας 3.2 : Προεπιλογή Θερμοσυσσωρευτών

Το συνολικό κόστος αγοράς των θερμοσυσσωρευτών και των αερόθερμων είναι 800.000 δρχ.. Σημειώνουμε όμως ότι στα λουτρά έχουμε τοποθετήσει αερόθερμα και ιδιαίτερα στο W.C. των γραφείων το αερόθερμο έχει χρονοδιακόπτη ρυθμισμένο στα 3 λεπτά, ώστε να είναι ανοικτός μόλις γι' αυτό το χρονικό διάστημα.

Επίσης κάθε θερμοσυσσωρευτής συνοδεύεται από μία νέα γραμμή -κατάλληλου μήκους- $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$, από ένα θερμοστάτη και από ένα μικροαυτόματο αναχώρησης των 10 A συνολικού κόστους 10.000 δρχ.. Επίσης υπάρχουν τρεις ηλεκτρονόμοι χειρισμού με κατάλληλο χρονοδιακόπτη για τη φόρτιση των συσκευών την κατάλληλη περίοδο, που ο καθένας κοστίζει 10.900 δρχ.. Συνεπώς αν λάβουμε υπόψη μας ότι δεν υπάρχουν εργατικά, καθώς την εγκατάσταση μπορεί να την αναλάβει ο ηλεκτροτεχνίτης του εργοστασίου, το συνολικό κόστος ανέρχεται μαζί με τις απαραίτητες τροποποιήσεις των πινάκων των διαμερισμάτων -τριφασική παροχή αντί μονοφασικής- σε 1.050.000 δρχ..

Εκτός από τα έξοδα εγκατάστασης υπάρχουν και τα λειτουργικά έξοδα χρήσης της θέρμανσης. Αν θεωρήσουμε ότι τα αερόθερμα λειτουργούν ουσιαστικά μία ώρα κάθε μέρα και οι θερμοσυσσωρευτές των γραφείων φορτίζονται μόνο τις εργάσιμες μέρες, τότε προκύπτει ότι κάθε εργάσιμη μέρα καταναλώνονται για θέρμανση από τα γραφεία 121 kWh, ενώ από τα διαμερίσματα -με ορθολογικότερη χρήση των συσκευών- 81 kWh κάθε μέρα. Συνεπώς λαμβάνοντας υπόψη το πλήθος των εργάσιμων και μη ημερών η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται σε 20.410 kWh.

Οπότε υπάρχει μία μικρή μείωση της ενέργειας που δαπανάται, αν και παράλληλα επιτυγχάνεται η μεταφορά της αιχμής τη νύχτα.

3.3.5 Σύγκριση των Διαφόρων Προτεινόμενων Μέτρων

Αν προχωρούσαμε σε αντικατάσταση των ηλεκτρικών καλοριφέρ με κεντρική θέρμανση πετρελαίου, τότε, ενώ προηγουμένως είχαμε ως λειτουργικά κόστη 464.000 δραχμές ετησίως, μετά εκτός από την επένδυση των 2.700.000 δραχμών θα είχαμε ως λειτουργικά κόστη είτε 365.000 δραχμές -αν η τιμή του πετρελαίου κυμαίνεται σε λογικά επίπεδα-, είτε 474.500 δραχμές -αν η τιμή του λίτρου του πετρελαίου θέρμανσης φθάσει τις 130 δραχμές, όπως τον περασμένο χειμώνα. Συγχρόνως με το μέτρο δε μειώνουμε μόνο την κατανάλωση ενέργειας, αλλά και την αιχμή του φορτίου κατά 8 kW φθάνοντας τα 80kW. Παράλληλα όμως χειροτερεύουμε το συντελεστή ισχύος, ο οποίος γίνεται 0,779 αντί 0,885, οπότε η χρωστέα ζήτηση είναι ίση με 87 kW γλυτώνοντας ως προς το τιμολόγιο ουσιαστικά 1 kW από τη μείωση του ηλεκτρικού φορτίου. Εξαιτίας τούτου για τους τέσσερις χειμωνιάτικους μήνες λόγω χρέωσης της ισχύος με 478 δρχ./kW κερδίζουμε περίπου κάθε έτος 1.912 δραχμές.

Συνεπώς αν η αγορά πετρελαίου κυμανθεί στα περσινά επίπεδα, δεν θα προχωρήσουμε στην επένδυση αυτή, γιατί τα λειτουργικά έξοδα με τη χρήση πετρελαίου είναι 474.500 δρχ αντί 466.000 δραχμών που είναι λόγω ρεύματος. Δηλαδή ακόμη και αν μας δίνονταν τα χρήματα της επένδυσης, δε μας συνέφερε να λειτουργήσει.

Στην περίπτωση που η τιμή του πετρελαίου κυμαινόταν στις 100 δρχ/λίτρο, τότε κάθε έτος θα κερδίζαμε 101.000 δραχμές περίπου -αφού για πετρέλαιο θα δαπανούσαμε 365.000 δρχ., ενώ για ηλεκτρικό 466.000 δρχ. (οι 2.000 δραχμές είναι από τη χρέωση ισχύος). Ωστόσο, επειδή το κόστος της επένδυσης είναι 2.700.000 δραχμές, εφαρμόζοντας τη σχέση (1.3-7) ούτε σε άπειρα χρόνια θα έχει γίνει απόσβεση του κεφαλαίου, οπότε είμαστε αναγκασμένοι να την απορρίψουμε ως λύση. Άλλωστε αν θεωρήσουμε ότι σε 10 χρόνια θα θέλαμε να είχε γίνει απόσβεση του κεφαλαίου με επιτόκιο 4,5%, τότε σ' αυτήν την περίοδο θα είχαμε ωφέλεια από την επένδυση ίση με 835.000 δραχμές και θα είχαμε ζημειωθεί κατά 1.865.000 δραχμές.

Οπότε σε καμία περίπτωση δεν προχωρούμε με τις υπάρχουσες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου σ' αυτήν την επένδυση.

Αν εφαρμόζαμε τη λύση των θερμοσυσσωρευτών, τότε εκτός από τη μικρή εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας κατά 490 kWh -συνολικού κόστους 10.883 δραχμές- υπάρχει σημαντική μείωση στο κόστος ισχύος για τους τέσσερις χειμωνιάτικους μήνες μειώνοντας την αιχμή από 88 kW σε 80 για το Φλεβάρη και το Μάρτη και από 80 kW σε 76 για το Γενάρη και το Δεκέμβρη λόγω μεταφοράς της φορτίου θέρμανσης στις νυχτερινές ώρες. Οπότε η μείωση του κόστους ισχύος είναι 11.472 δραχμές, συνεπώς το συνολικό όφελος είναι 22.355 δραχμές ετησίως.

Αν σε δέκα χρόνια θέλαμε να γίνει απόσβεση της επένδυσης, τότε το αναμενόμενο όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας και από τη μείωση της αιχμής φορτίου θα ήταν 184.853 δραχμές με επιτόκιο 4,5%. Άρα μπροστά στην επένδυση του 1.050.000 δραχμών θα είχαμε ζημιά περίπου των 865.000 δρχ. Άλλωστε πάλι αν εφαρμόζαμε τη σχέση (1.3-7), θα προέκυπτε ότι ούτε σε άπειρο χρόνο θα γινόταν απόσβεση κεφαλαίου.

Η κατάσταση αυτή όμως θα άλλαζε σημαντικά, αν μεταβαλλόταν η τιμή χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας και της ενεργού ισχύος.

Το πρόβλημα με τους θερμοσυσσωρευτές θα το επαναξετάσουμε και στην περίπτωση της λήψης τιμολογιακών μέτρων και διαχείρισης φορτίου, που είναι το θέμα του επόμενου κεφαλαίου.

3.4 Βελτίωση Θερμομόνωσης με την Προσθήκη Διπλών Υαλοστασίων

Για καλύτερη και αποδοτικότερη λειτουργία της θέρμανσης είναι αναγκαία η καλύτερη θερμομόνωση του κτιρίου. Ιδιαίτερα στην παρούσα περίπτωση που δεν υπάρχουν στις εξωτερικές επιφάνειες καθόλου μονωτικά υλικά και τα υαλοστάσια είναι απλά και παλιάς τεχνολογίας με μεγάλους αρμούς αερισμού οι δυνατότητες βελτίωσης της απόδοσης είναι μεγάλες.

Ως προς τη θερμομόνωση των τοίχων υπάρχουν σοβαρά προβλήματα εφαρμογής. Συγκεκριμένα σε ορθή κατασκευή μπατικού τοίχου η μόνωση τοποθετείται στο μέσο του τοίχου, γεγονός που στην παρούσα περίπτωση θα σήμαινε κατεδάφιση του τοίχου, οπότε μη αποδεκτό. Αν το τοποθετούσαμε από την εσωτερική μεριά του τοίχου, τότε θα καλύπταμε όλες τις εγκαταστάσεις του οικίματος και θα έπρεπε να πραγματοποιήσουμε πληθώρα μικροεπισκευών, όπως μετακίνηση ρευματοδοτών και διακοπών φωτισμού πιο μπροστά από την προηγούμενη στάθμη επιφάνειας του τοίχου κτλ.. Εξαιτίας τούτου ούτε και αυτή η λύση προτείνεται, όπως άλλωστε δεν συνίσταται η εκ των υστέρων τοποθέτηση της μόνωσης στην εξωτερική πλευρά του τοίχου λόγω όχι μόνο της κάλυψης εγκαταστάσεων, αλλά και επειδή σε κάθε περίπτωση, όσες προφυλάξεις και αν πάρουμε -παραδείγματος χάρη χοντρός σοβάς-, η φθορά της μόνωσης από την υγρασία είναι ένα σοβαρό ενδεχόμενο. Εξαιτίας τούτου η εκ των υστέρων προσθήκη μόνωσης δεν είναι ένα εφαρμόσιμο τεχνικά μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας για λόγους απόδοσης και λειτουργίας.

Η χρησιμοποίηση διπλών υαλοστασίων όμως είναι μία τεχνικά εφαρμόσιμη λύση, αφού θα αλλαχθεί το υαλοστάσιο μαζί με το κούφωμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα

θεωρήσουμε ένα παράθυρο διαστάσεων $1,2\text{m} \times 1,2\text{m} = 1,44\text{ m}^2$ κόστους 140.000 δραχμών με διπλό τζάμι και καλή μόνωση στους αρμούς και στις χαραμάδες των κουφωμάτων. Στο παλιό παράθυρο με απλό τζάμι είχαμε συντελεστή θερμοπερατότητας K ίσο με $5\text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, οπότε οι απώλειες λόγω επιφάνειας Q δίνονται μέσω της ακόλουθης σχέσης :

$$Q = A \cdot K \cdot \Delta\theta \quad (3.4-1)$$

όπου A το συνολικό εμβαδό και $\Delta\theta$ η διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου και περιβάλλοντος -ίση με 20°C - και είναι ίσες με 144 kcal/h . Οι απώλειες λόγω αερισμού Q_a δίνονται μέσω της παρακάτω σχέσης :

$$Q_a = \sum (a \cdot l) \cdot R \cdot H \cdot \Delta\theta \cdot Z_E \quad (3.4-2)$$

όπου a η διαρροή των σχισμών -σε παλιά μεταλλική κατασκευή είναι ίση με $1,5\text{ m}^3/\text{h}$ ανά μέτρο χαραμάδας-, l το μήκος της χαραμάδας, R ο χαρακτηριστικός αριθμός χώρου που επηρεάζεται από το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς τα εσωτερικά -στην παρούσα περίπτωση είναι ίσο με $0,9$ -, H ο χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου λόγω ανεμόπτωσης -ίσος με $0,84$ - και Z_E ο συντελεστής προσαύξησης λόγω γωνιακών παραθύρων. Συνεπώς οι θερμικές απώλειες λόγω αερισμού μέσω χαραμάδων είναι 136 kcal/h , άρα οι συνολικές είναι 280 kcal/h .

Σε ένα νέο παράθυρο με διπλό υαλοστάσιο και πολύ καλύτερη μόνωση έχουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας K είναι ίσος με $3\text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, ενώ από τη χαραμάδα χάνονται μόλις το 10% των αντίστοιχων αρχικών απωλειών, οπότε οι συνολικές είναι ίσες με 100 kcal/h . Δηλαδή από κάθε παράθυρο γλυτώνουμε κάθε ώρα 180 kcal , οπότε για κάθε εργάσιμη μέρα με 8 ώρες λειτουργίας της θέρμανσης και ένα 10% ποσοστό προσαύξησης λόγω διακοπής λειτουργίας για τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας εξοικονομούμε 1.584 kcal , δηλαδή σε ετήσια βάση 134.640 kcal . Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η αντίστοιχη διαφορά θερμοκρασίας είναι 10°C και το σύνολο των εργάσιμων ημερών λειτουργίας των κλιματιστικών ίσο με 65, οπότε η εξοικονομούμενη ψυκτική ενέργεια είναι ίση περίπου με 51.480 kcal ετησίως -σημειώνουμε ότι δεν μεταβάλλονται οι ψυκτικές απώλειες λόγω ακτινοβολίας μέσου του τζαμιού. Άρα η τελική εξοικονομούμενη ενέργεια καθ'όλη τη διάρκεια του έτους είναι 186.120 kcal . Λαμβάνοντας υπόψη μας τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος η αλλαγή αυτή μας εξοικονομεί -θεωρώντας ότι το κλιματιστικό έχει απόδοση γύρω στο 95%- 228 kWh ή αλλιώς 5.064 δραχμές ετησίως. Δυστυχώς, όπως φαίνεται και σ'αυτήν την περίπτωση, δεν είναι δυνατή η απόσβεση κεφαλαίου που θα επενδύαμε με το υπάρχον επιτόκιο, ακόμη και αν περιμέναμε άπειρα χρόνια, σύμφωνα με τη σχέση (1.3-7). Άλλωστε μέσα σε 10 χρόνια το ποσό που δεν θα δαπανούσαμε σε ρεύμα θα ήταν ίσο με 41.874 δραχμές αντί των 140.000 δραχμών της αρχικής επένδυσης, οπότε λόγω οικονομικών κριτηρίων αυτό το μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας απορρίπτεται.

Αν η ίδια λύση μελετηθεί για ένα αντίστοιχο παράθυρο του διαμερίσματος, τότε επειδή οι ώρες λειτουργίας της θέρμανσης είναι 12 για όλες τις ημέρες του χειμώνα -125 αντί 85 που είναι οι εργάσιμες-, προκύπτει ότι εξοικονομούμε σε ετήσια βάση 297.000 kcal , που έχουν προέλθει από τη χρήση 346 kWh συνολικού κόστους 7.685 δραχμών . Με την εφαρμογή της σχέσης (1.3-6) με επιτόκιο 4,5% προκύπτει ότι σε 35 χρόνια θα έχουμε απόσβεση του κεφαλαίου της επένδυσης, οπότε και σ'αυτήν την περίπτωση δεν είναι εφικτή η εφαρμογή του μέτρου. Σημειώνουμε ότι στην παρούσα περίπτωση δεν υπάρχει ωφέλεια κατά την καλοκαιρινή περίοδο, καθώς χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά καλοριφέρ και όχι κλιματιστικά.

Στην περίπτωση που δεν αλλάζαμε και το κούφωμα, αλλά μόνο το υαλοστάσιο, τότε το κόστος θα ανερχόταν περίπου στις 40.000 δραχμές -υλικά και εργατικά-, ενώ η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας είναι $57,6\text{ kcal/h}$ το χειμώνα. Οπότε σε ετήσια βάση

εξοικονομούμε 59.560 kcal για την περίπτωση των γραφείων -λαμβάνοντας υπόψη τις ωφέλειες χειμώνα και καλοκαιριού- και 95.040 kcal για την περίπτωση του διαμερίσματος, με συνέπεια η αντίστοιχη εξοικονομούμενη ηλεκτρική ενέργεια να είναι ίση αντίστοιχα με 73 και 116,5 kWh, δηλαδή τα αντίστοιχα κόστη είναι 1.621 και 2.857 δρχ.. Στην πρώτη περίπτωση δεν πραγματοποιείται η απόσβεση ούτε σε άπειρα χρόνια -με το επιτόκιο του 4,5%-, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η απόσβεση επιτυγχάνεται σε 21 χρόνια. Ωστόσο και σε αυτήν την περίπτωση δεν προτείνεται η εφαρμογή του μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας για τα παράθυρα των διαμερισμάτων, καθώς η διάρκεια ζωής των βελτιωμένων παραθύρων είναι περίπου 25 με 30 χρόνια, με συνέπεια τα 21 χρόνια απόσβεσης της επένδυσης να καλύπτουν σχεδόν ολόκληρο το χρονικό διάστημα της ζωής του έργου.

3.5 Προσθήκη Μόνωσης σε Θερμαντήρες Παραγωγικής Διαδικασίας

Σ' αυτήν την παράγραφο θα παρουσιάσουμε μία προσπάθειά μας εξοικονόμησης ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία, η οποία για τεχνικούς λόγους δεν καρποφόρησε.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ορθή ανάμειξη των υλικών κατά την παραγωγική διαδικασία με την κύρια μηχανή παραγωγής είναι ορισμένα από αυτά να βρίσκονται στην κατάλληλη θερμοκρασία -περίπου στους 22°C. Για να επιτευχθεί αυτό κατά τις χειμωνιάτικες μέρες είναι απαραίτητο να θερμανθεί το υλικό μέσω κατάλληλης διάταξης με τη βοήθεια ενός θερμοσίφωνα 6 kW.

Επειδή υπάρχουν στον υπάρχοντα χώρο θερμαντικά σώματα, τέθηκε το ζήτημα της εναλλακτικής θέρμανσης των υλικών. Αν γινόταν η χρήση ενός boiler διπλής ενέργειας, τότε θα οδηγούμασταν στο ίδιο τεχνικό πρόβλημα της μη δυνατής ικανοποιητικής και ορθής λειτουργίας ενός λέβητα 250.000 kcal/h για ένα θερμοσίφωνα των περίπου 5.150 kcal/h. Η τροφοδοσία του από το λέβητα των καλοριφέρ -έστω και αν γινόταν η επαναδιαστασιολόγηση του δεύτερου- είναι μη αποδοτική λόγω της μεγάλης απόστασης που διανύουν οι σωλήνες τροφοδοσίας του -άνω των 200 μέτρων.

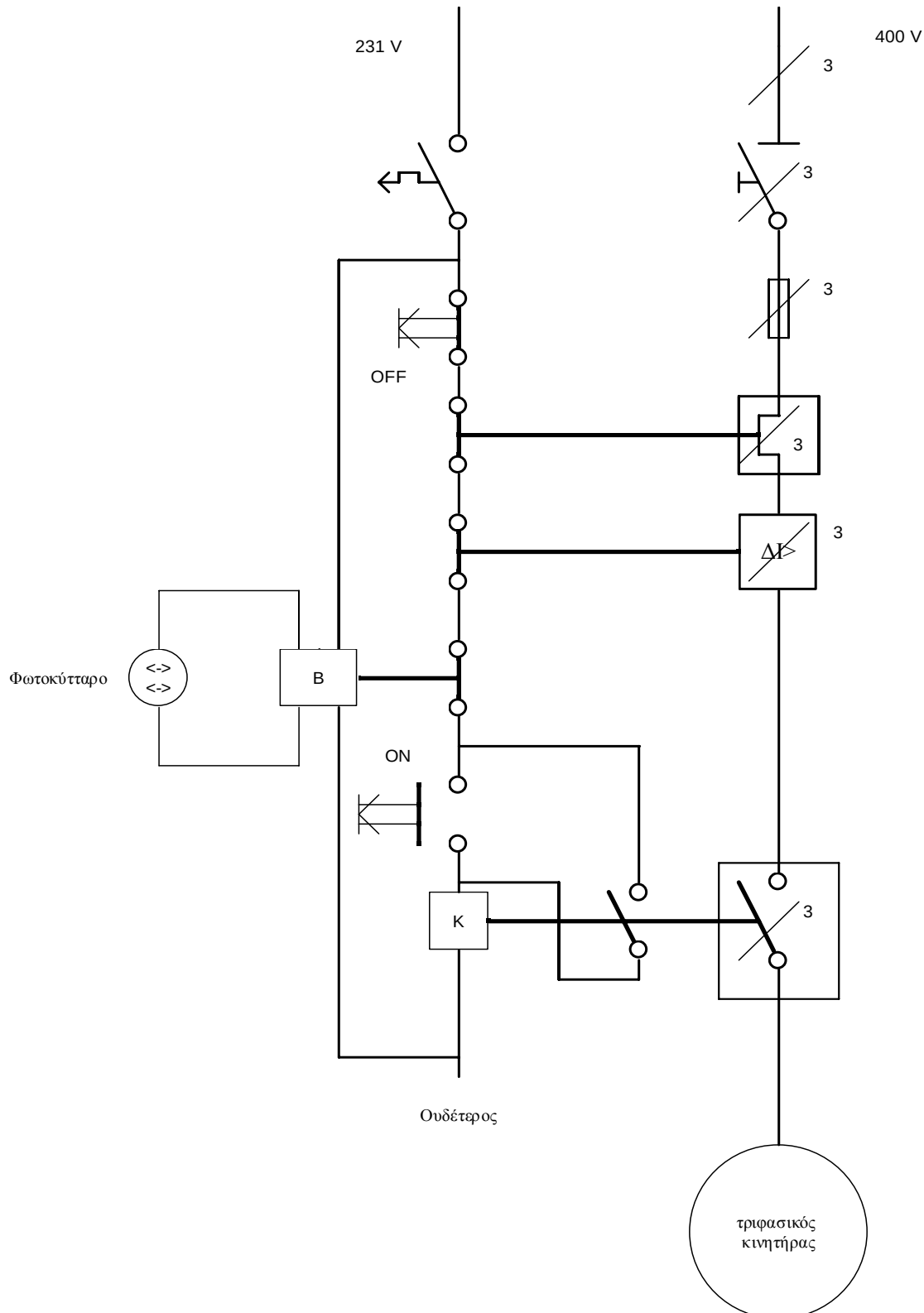
Ως τρίτη λύση προτάθηκε η κατασκευή εξωτερικής μόνωσης γύρω από τα δοχεία που φυλάσσονται τα υλικά πριν την παραγωγή. Ωστόσο και αυτή η λύση είναι μη αποδεκτή, καθώς είναι επιθυμητό τα δοχεία να είναι άμεσα προσβάσιμα. Άλλωστε και οι υπεύθυνοι χημικοί μηχανικοί, οι οποίοι είναι πιο αρμόδιοι σε αυτό το θέμα, δεν τη θεωρούν λειτουργική λύση λόγω του τρόπου θέρμανσης των δοχείων των υλικών. Επίσης παλαιότερα τα δοχεία είχαν διπλά τοιχώματα και θερμαίνονταν ολόκληρα με τη χρήση κατάλληλης σερπαντίνας και συστήματος κυκλοφορητών. Όμως αποδείχθηκε αυτό το σύστημα αρκετά ευπαθές σε βλάβες, με συνέπεια να τεθεί εκτός λειτουργίας.

Εξαιτίας τούτων δεν είναι εύκολη η εύρεση κατάλληλου τρόπου εξοικονόμησης ενέργειας στην κύρια παραγωγική διαδικασία.

3.6 Διακοπή Λειτουργίας Κινητήρων, όταν είναι υπό Κενό Φορτίο

Ένας άλλος τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας είναι το σταμάτημα των κινητήρων του εργοστασίου, όταν οι τελευταίοι λειτουργούν σε κενό φορτίο. Συγκεκριμένα λαμβάνοντας υπόψη μας τον τρόπο λειτουργίας των κοπτικών μηχανών το χρονικό διάστημα τοποθέτησης ενός block υλικού στον πάγκο προς κόψιμο ή απομάκρυνσης του ιδίου μετά την επεξεργασία η κορδέλα δεν κόβει, αλλά γυρνά στον αέρα. Αυτό έχει ως συνέπεια την κατανάλωση ενεργού ισχύος για να καλυφθούν οι απώλειες κενού φορτίου -της τάξης του 10% της ονομαστικής ισχύος-, όπως επίσης και την κατανάλωση αέργου -της τάξης του 70% της ονομαστικής. Αν περιορίζονταν αυτές οι απώλειες, από τη μια μεριά θα μειωνόταν η συνολική δαπάνη ενέργειας και από την άλλη θα βελτιωνόταν ο συντελεστής ισχύος.

Αυτό είναι δυνατό να επιτευχθεί με χρήση κατάλληλου φωτοκύτταρου, το οποίο σε συνδυασμό με ένα βοηθητικό ηλεκτρονόμο B μπορεί να δίνει την κατάλληλη εντολή χειρισμού στον ηλεκτρονόμο ελέγχου K της κορδέλας, ώστε, όταν απομακρύνεται το block υλικού από την κορδέλα να σταματά η τελευταία. Συγχρόνως για να αποφευχθούν τυχόν ατυχήματα από απροσεξία των χειριστών, πρώτα θα τοποθετείται το υλικό πάνω στο πάγκο εργασίας σε θέση κοπής και μετά θα υπάρχει η δυνατότητα εκκίνησης της μηχανής. Όλα αυτά επιτυγχάνονται με τη συνδεσμολογία του επόμενου σχήματος.



Σχήμα 3.1 : Διάταξη κινητήρα με φωτοκύτταρο

Το κόστος αυτής της εγκατάστασης είναι 25.000 δραχμές ανά συσκευή με την προϋπόθεση ότι ο ηλεκτροτεχνίτης του εργοστασίου θα εκτελέσει τις σχετικές εργασίες. Σημειώνουμε όμως ότι δεχόμαστε ότι κάθε ημέρα οι χειρισμοί θα φθάνουν το πολύ στις 50 εκκινήσεις ανά συσκευή, με συνέπεια ο χρόνος διάρκειας ζωής της διάταξης να είναι 8 χρόνια, αφού ο κύριος ηλεκτρονόμος έχει ζωή 100.000 χειρισμών. Οπότε με 246 εργάσιμες μέρες το έτος και 50 χειρισμούς ανά ημέρα σε 8 χρόνια καλύπτεται αυτό το πλήθος.

Από την άλλη με τη χρήση αυτής της διάταξης είμαστε σε θέση να μειώσουμε πάνω από 90% το χρόνο που ο κινητήρας λειτουργεί σε κενό φορτίο. Σε μία κάθετη κοπτική των 2 kW μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το 10% του χρόνου συνολικής λειτουργίας είναι σε κενό φορτίο -το υπόλοιπο ποσοστό κενής λειτουργίας που προκύπτει στο δεύτερο κεφάλαιο (άλλο ένα 10% περίπου) είναι από την ισοδύναμη αναπαράσταση της κατανάλωσης κατά μήκος του χρόνου, δηλαδή ο κινητήρας λειτουργεί σε ενδιάμεσες θέσεις, οι οποίες τελικά ενεργειακά προσομοιώνονται από το ποσοστό μέγιστου-ελάχιστου.

Με βάση αυτήν την παραδοχή αρχικά λόγω κενού φορτίου σε κάθε βάρδια καταναλώνονται εξαιτίας του ποσοστού απωλειών και των ωρών λειτουργίας του μηχανήματος -7 ώρες- 0,14 kWh και 0,838 kvarh. Με τη βοήθεια της πιο πάνω διάταξης σε κάθε βάρδια θα γλιτώσουμε το 90% των απωλειών, δηλαδή 0,126 kWh και 0,754 kvarh. Άρα σε 246 εργάσιμες μέρες για τη μία κοπτική θα μειώσουμε τις απώλειες κατά 31 kWh και 185,5 kvarh.

Συνεπώς από τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας θα κερδίζαμε 688,5 δραχμές ετησίως με το τιμολόγιο Γ22Β. Από τη μείωση των αέργων θα είχαμε μείωση περίπου των 0,75 kvarh σε σύνολο 360 kvarh σε ημερήσια βάση, με συνέπεια να μη μεταβάλλεται ουσιαστικά ο συντελεστής ισχύος -αλλάζει κατά 0,0006-, με συνέπεια να μην έχουμε ούτε μείωση της προσαύξησης της τιμής ισχύος λόγω κακού συντελεστή ισχύος.

Εξαιτίας τούτου μέσα στα επόμενα 8 χρόνια μέσω της σχέσης (1.3.2-2) με επιτόκιο 4,5% θα κερδίζαμε λόγω μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας 4.746 δραχμές, δηλαδή πρακτικά θα ζημιωνόμασταν μέσα σε μία οκταετία κατά 20.254 δραχμές ανά συσκευή. Συνεπώς αυτό το μέτρο δεν γίνεται για οικονομικούς λόγους δεκτό.

Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την περίπτωση των τριβείων που έχουν δεκαπλάσιες απώλειες από τις κοπτικές μηχανές, αφού το κόστος της εγκατάστασης παραμένει ίδιο. Αλλά για αυτά τα μηχανήματα υπάρχει τεχνικό πρόβλημα εύρεσης της στιγμής που λειτουργούν σε κενό φορτίο, καθώς δεν μπορεί να λειτουργήσει η διάταξη με το φωτοκύτταρο. Οπότε και σ'αυτήν την περίπτωση δεν μπορεί να εφαρμοστεί αυτή η μέθοδος.

Ωστόσο αναφέρουμε ότι, αν η κοπτική μηχανή είχε δεκαπλάσια ισχύ, τότε σε ετήσια βάση θα μειώνονταν οι απώλειες κατά 310 kWh και 1.855 kvarh, με συνέπεια να κερδίζονταν 6.885 δρχ. ετησίως. Επίσης ο συντελεστής ισχύος θα αυξανόταν κατά 0,005 λόγω μείωσης των αντίστοιχων αέργων, με αποτέλεσμα από τους 9 μήνες του χρόνου που ο συντελεστής ισχύος είναι μικρότερος από 0,85 λαμβάνοντας υπόψη τη μηνιαία αιχμή φορτίου να προκύπτει μείωση της μηνιαίας χρωστέας ζήτησης κατά 0,45 kW. Οπότε και μειώνεται η χρέωση ισχύος κατά 1.936 δρχ. σε ετήσια βάση. Συνολικά κάθε έτος εξοικονομούνται 8.821 δρχ., με συνέπεια η επένδυση να αποσβένεται σε 3 χρόνια, ενώ στο τέλος της οκταετίας το συνολικό όφελος είναι 60.803 δρχ. και το τελικό κέρδος 35.800 δρχ. έχοντας ανάγκη τα οικονομικά μεγέθη στο έτος 2000.

Δηλαδή η επιτυχία αυτού του μέτρου επηρεάζεται σημαντικά από το μέγεθος της εξοικονομούμενης ενέργειας -ενεργού και αέργου.

Πάντως στην παρούσα περίπτωση δεν γίνεται να εφαρμοστεί για οικονομικούς λόγους στις κοπτικές μηχανές και για τεχνικούς στα τριβεία, στις μηχανές της κύριας παραγωγικής διαδικασίας και στους υπόλοιπους κινητήρες διαμόρφωσης και επεξεργασίας των τελικών προϊόντων.

3.7 Τελικά Συμπεράσματα ως προς τα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας

Στηριζόμενοι στα όσα αναφέραμε στο παρόν κεφάλαιο καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για τη συγκεκριμένη βιομηχανία με τις παρούσες διαμορφωμένες τιμές στα ηλεκτρικά τιμολόγια, στο πετρέλαιο, στα κόστη των διαφόρων επενδυτικών προγραμμάτων και στον αποπληθωρισμένο συντελεστή αναγωγής το μόνο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχάνοντας στα τεχνικοοικονομικά κριτήρια είναι της αντικατάστασης των λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς.

Τα υπόλοιπα μέτρα μπορούν να εφαρμοστούν, είτε αν βρεθεί τρόπος μείωσης της αρχικής επένδυσης, όπως με τα διάφορα προγράμματα συγχρηματοδότησης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε αν μεταβληθούν οι τιμές χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος, κάτι που αναμένεται να συμβεί λόγω της προσεχούς απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να γίνει επανεξέταση των οικονομικών κριτηρίων, αν αλλάξουν οι συνθήκες και οι παραδοχές, κάτω από τις οποίες έγιναν οι αρχικοί υπολογισμοί, για να ληφθεί η τελική απόφαση εφαρμογής ή όχι του εκάστοτε μέτρου.

Τελικά η υλοποίηση ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας επηρεάζεται από τους ακόλουθους βασικούς παράγοντες, όπως φάνηκε από τα παραπάνω:

- ⇒ το συνολικό κόστος του έργου ως προς την επένδυση,
- ⇒ το αποπληθωρισμένο επιτόκιο αναγωγής i ,
- ⇒ τα λειτουργικά έξοδα χωρίς το μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας,
- ⇒ τα λειτουργικά έξοδα με το μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας,
- ⇒ τα χρήματα που εξοικονομούνται κάθε έτος από την εφαρμογή του μέτρου,
- ⇒ τη χρονική διάρκεια ζωής του έργου,
- ⇒ το χρόνο μέσα στον οποίο επιθυμούμε την απόσβεση της επένδυσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ - ΜΕΙΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ

4.1 Γενικά περί Τιμολογιακών Μέτρων στη Χημική Βιομηχανία

Πέρα από τα μέτρα της εξοικονόμησης ενέργειας -που αναλύσαμε στην προηγούμενη παράγραφο- μπορούμε να μελετήσουμε την εφαρμογή μέτρων μείωσης του κόστους τιμολόγησης, εναλλακτικούς τρόπους τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και συνδυασμούς των παραπάνω.

Συγκεκριμένα στην πρώτη κατηγορία μέτρων αναφέρουμε ως τα πιο βασικά τα εξής:

- ◊ χωρητική αντιστάθμιση με προσθήκη κατάλληλων στατών πυκνωτών,
- ◊ έλεγχος αιχμής ζήτησης απορρίπτοντας το φορτίο συσκευών, όπως κλιματιστικά και ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα, κατά τις ώρες αιχμής χρησιμοποιώντας ηλεκτρονόμους,
- ◊ ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ενέργειας και ισχύος με χρήση συστήματος τηλεδιαχείρισης, υπολογιστών και αυτοματισμών.

Στη δεύτερη κατηγορία μέτρων ανήκει η αλλαγή τιμολογίου, η οποία μπορεί να έχει ως συνέπεια την προσθήκη νέων υλικών ξεκινώντας από νέους μετρητές και ενδεικτικές λυχνίες -περίπτωση τιμολογίου Γ23/B με νυκτερινή χρέωση, εφόσον είχαμε μεγάλη χρήση ρεύματος κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου χρησιμοποιώντας θερμοσυσσωρευτές- και φθάνοντας μέχρι και την εγκατάσταση μετασχηματιστών και λοιπών διατάξεων -σε περίπτωση χρήσης μέσης τάσης και των αντίστοιχων τιμολογίων B1B και B2B.

Τέλος μπορούμε να προχωρήσουμε σε συνδυασμό των δύο πιο πάνω κατηγοριών, όπως αλλαγή επιπέδου τάσης με προσθήκη μετασχηματιστών και πυκνωτών αντιστάθμισης.

Μ' αυτά τα μέτρα στοχεύουμε στη μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος που πληρώνει η επιχείρηση αποσβέννοντας την επένδυση μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα, δηλαδή, αν το τεχνικό έργο έχει διάρκεια ζωής 25 έτη μέσα σε 10 χρόνια να έχει αποσβεστεί η πραγματοποιηθείσα επένδυση από το όφελος που θα έχουμε στο ίδιο χρονικό διάστημα.

4.2 Γενικά περί Χωρητικής Αντιστάθμισης

Γενικά σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση μπορεί να εφαρμοστεί είτε ατομική, είτε ομαδική αντιστάθμιση. Η πρώτη υλοποιείται, όταν η συσκευή λειτουργεί σε σταθερό φορτίο, όπως λαμπτήρες φθορισμού, κινητήρες σταθερού φορτίου. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των μηχανών είναι απαραίτητο η ισχύς της τοπικής αντιστάθμισης Q_C να είναι περίπου στο 90% της εν κενώ αέργου ισχύος Q_0 , ώστε από τη μία μεριά να βελτιώνουμε σημαντικά το συντελεστή ισχύος και από την άλλη να μην υπάρχει κίνδυνος αυτοδιέγερσης

του κινητήρα σε περίπτωση απόζευξης του από το δίκτυο. Συνεπώς η αντίστοιχη σχέση που εφαρμόζουμε σε περίπτωση ατομικής αντιστάθμισης είναι :

$$Q_C = 0,9 \cdot Q_0 \quad (4.2-1)$$

Στην περίπτωση μεταβαλλόμενων φορτίων και όχι συνεχών προτείνεται η ομαδική αντιστάθμιση, όταν ομάδες συσκευών εργάζονται με σταθερή συνολική ισχύ.

Πέρα όμως από την ατομική ή ομαδική αντιστάθμιση υπάρχει η κεντρική, η οποία πραγματοποιείται είτε στον κεντρικό πίνακα της ηλεκτρικής εγκατάστασης, είτε στους ζυγούς χαμηλής τάσης του υποσταθμού, εφόσον υπάρχει μετασχηματιστής. Πλεονεκτεί έναντι των άλλων ειδών αντισταθμίσεων, καθώς έχει εύκολη συντήρηση -δεν χρειάζεται να ψάχνουμε σε όλες τις συσκευές, για να βρούμε σφάλμα σε πυκνωτές-, εύκολη επεκτασιμότητα και σε κυμαινόμενα φορτία με μικρούς συντελεστές ταυτοχρονισμού προκύπτουν μικρότερες ισχείς πυκνωτών απ'ότι θα προέκυπταν με τα άλλα είδη αντιστάθμισης.

Η κεντρική αντιστάθμιση γίνεται συνήθως σε βήματα μέχρι το πολύ 10, καθώς περισσότερα βήματα απαιτούν πολλούς κύκλους λειτουργίας των διακοπών τους, με συνέπεια τη φθορά τους, ενώ λίγα βήματα εισάγουν ανακρίβεια στη διόρθωση του συντελεστή ισχύος.

Μία χονδρική εκτίμηση σε εργοστάσια με κίνηση δίνεται από τον ακόλουθο εμπειρικό τύπο, ο οποίος συνδέει την ισχύ των πυκνωτών Q_C με τη μέση ισχύ $\bar{P}$ των ωρών λειτουργίας t του εργοστασίου, όπου καταναλώνεται E_n ενεργός ενέργεια ημερησίως :

$$Q_C = 0,35 \cdot \bar{P} = 0,35 \cdot \frac{E_n}{t} \quad (4.2-2)$$

Η πιο πάνω σχέση προϋποθέτει ότι ο συντελεστής ισχύος διορθώνεται από το 0,75 σε 0,9. Ο συντελεστής ισχύος είναι περίπου 0,75 στην παρούσα χημική βιομηχανία για τους μήνες της ενδιάμεσης περιόδου -ανοιξιάτικους και φθινοπωρινούς μήνες.

Στην περίπτωση που έχουμε από μετρήσεις ή από λογαριασμούς της Δ.Ε.Η. πιο ακριβή προσδιορισμό της αέργου ενέργειας A που καταναλώνει η βιομηχανία, τότε μπορούμε να εφαρμόσουμε τον τύπο της αντιστάθμισης :

$$Q_C = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad (4.2-3)$$

όπου φ_1 και φ_2 είναι η αρχική και η τελική γωνία του αντίστοιχου συντελεστή ισχύος. Ο τελευταίος γενικά είναι επιθυμητό να είναι μεγαλύτερος από 0,85 με βασικό στόχο να κυμαίνεται ανάμεσα στο 0,9 και 0,95, καθώς για μεγαλύτερες τιμές αντιστάθμισης αυξάνεται η τιμή των απαραίτητων πυκνωτών σημαντικά. Συνεπώς, αν συνδέσουμε την ενεργό ενέργεια E_n και την αντίστοιχη άεργο A με τις ώρες λειτουργίας του εργοστασίου t και τον επιθυμητό συντελεστή ισχύος $\cos \varphi_2$, τότε ισχύει η ακόλουθη σχέση :

$$Q_C = \frac{A - E_n \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2}}{\cos \varphi_2}}{t} \quad (4.2-4)$$

Τέλος αναφέρουμε ότι στην περίπτωση προσθήκης μετασχηματιστή ονομαστικής ισχύος S_{ov} , τότε οι επιπλέον άεργες απώλειες είναι ίσες με :

$$Q_{\text{μετασχηματιστή}} = Q_0 + (0,04 \dots 0,06) \cdot S_n \quad (4.2-5)$$

όπου Q_0 είναι η άεργη ισχύς μαγνήτισης, η οποία κυμαίνεται μεταξύ του 1,5% και 3% της ονομαστικής ισχύος, και S_n είναι η ισχύς λειτουργίας του μετασχηματιστή -δηλαδή το φορτίο που η ηλεκτρική εγκατάσταση ζητά στο ζυγό χαμηλής τάσης. Η παρούσα σχέση θα χρησιμοποιηθεί σε επόμενη παράγραφο που θα γίνει η αντίστοιχη μελέτη των τιμολογίων μέσης τάσης.

4.2.1 Χωρητική αντιστάθμιση στη χημική βιομηχανία στη χαμηλή τάση

Οι παρούσες συνθήκες λειτουργίας της χημικής βιομηχανίας μας οδηγούν στη χρήση κεντρικής χωρητικής αντιστάθμισης, ώστε να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος από 0,75 ως 0,8 σε τιμές πάνω από το 0,85 για τους 9 μήνες του χρόνου, αφού το χειμώνα, λόγω της χρήσης των ηλεκτρικών καλοριφέρ και των κλιματιστικών ως θερμαντικών σωμάτων, ο συντελεστής ισχύος λαμβάνει ήδη τιμές γύρω στο 0,9.

Το τιμολόγιο που εφαρμόζεται είναι το Γ22/Β με τις τρέχουσες τιμές, όπως αναφέρεται στο παράρτημα 2. Οι μηνιαίες καταναλώσεις του έτους σε ενεργό και άεργο ενέργεια και σε ενεργό ισχύ είναι εκείνες που διαμορφώθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο.

Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις της παραγράφου 4.2 και τους αντίστοιχους αλγορίθμους υπολογισμού του συνολικού κόστους -λαμβάνοντας υπόψη πάγιο, ενέργεια και ισχύ- του τιμολογίου Γ22/Β με και χωρίς την κατάλληλη χωρητική αντιστάθμιση προκύπτει το συμπέρασμα -σύμφωνα με την έξοδο του αντίστοιχου προγράμματος που παρουσιάζουμε στο τρίτο παράρτημα- ότι κάθε έτος εξοικονομούμε 34.270 δραχμές χάρη στη χωρητική αντιστάθμιση. Συγκεκριμένα έχουμε τα εξής σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα :

Μηνιαία Συμπεριφορά του Καταναλωτή για Ένα Έτος									
Ημέρες τιμολόγησης	Ενεργός ενέργεια kWh	Άεργος Ενέργεια kvarh	Ενεργός Ισχύς kW	Χρωστέα Ισχύς kW	Συντελεστής Ισχύος	Κόστος χωρίς πυκνωτή	Κόστος με πυκνωτή	Διαφορά	Πυκνωτής kvar
31	8640	7920	72	83.0	0.7372	233563	228118	5445	22.23
30	9840	8120	68	74.9	0.7713	255007	251690	3317	19.97
33	15080	9280	80	80.0	0.8517	377694	377694	0	10.74
31	14800	7960	80	80.0	0.8807	368883	368883	0	4.71
28	15080	6360	88	88.0	0.9214	374783	374783	0	0.00
32	13280	11040	88	97.3	0.7690	345227	340499	4728	27.43
29	10360	7720	80	84.8	0.8019	269899	267679	2220	16.09
28	8920	7400	80	88.4	0.7696	238128	234401	3727	19.25
30	9680	7800	84	91.7	0.7787	259463	255784	3679	19.45
31	10120	8160	84	91.7	0.7785	270729	266916	3813	19.40
30	7320	5880	84	91.6	0.7796	206993	203369	3624	19.46
30	10600	8560	84	91.8	0.7780	279934	276217	3717	19.47
Συνολικά Ετήσια Αποτελέσματα									
363	133720	96200	88	97.3	36.185	3480303	3446033	34270	27.43

Πίνακας 4.1 : Συμπεριφορά του καταναλωτή με τιμολόγιο Γ22/Β χωρίς ή με χωρητική αντιστάθμιση για νέο συντελεστή ισχύος 0,9

Ο κεντρικός πυκνωτής που πρέπει να εγκατασταθεί, ώστε να επιτευχθεί συντελεστής ισχύος γύρω στο 0,9, είναι ίσος με 30 kvar. Η τριφασική συστοιχία πυκνωτών μαζί με τους αντίστοιχους ηλεκτρονόμους χειρισμών πυκνωτών -ικανών να αντέξουν τις αναπτυσσόμενες υπερτάσεις- και των ηλεκτρονικών ρυθμιστών αέργου ισχύος φθάνει στο κόστος των 282.000 δραχμών, που είναι και το τελικό κόστος, αφού την εργασία εγκατάστασης και σύνδεσης μπορεί να την αναλάβει ο ηλεκτροτεχνίτης του εργοστασίου.

Οπότε στηριζόμενοι στη σχέση (1.3-6) και στον πίνακα 1.1 του πρώτου κεφαλαίου προκύπτει ότι σε 10 χρόνια θα έχει γίνει η απόσβεση της εγκατάστασης, της οποίας η

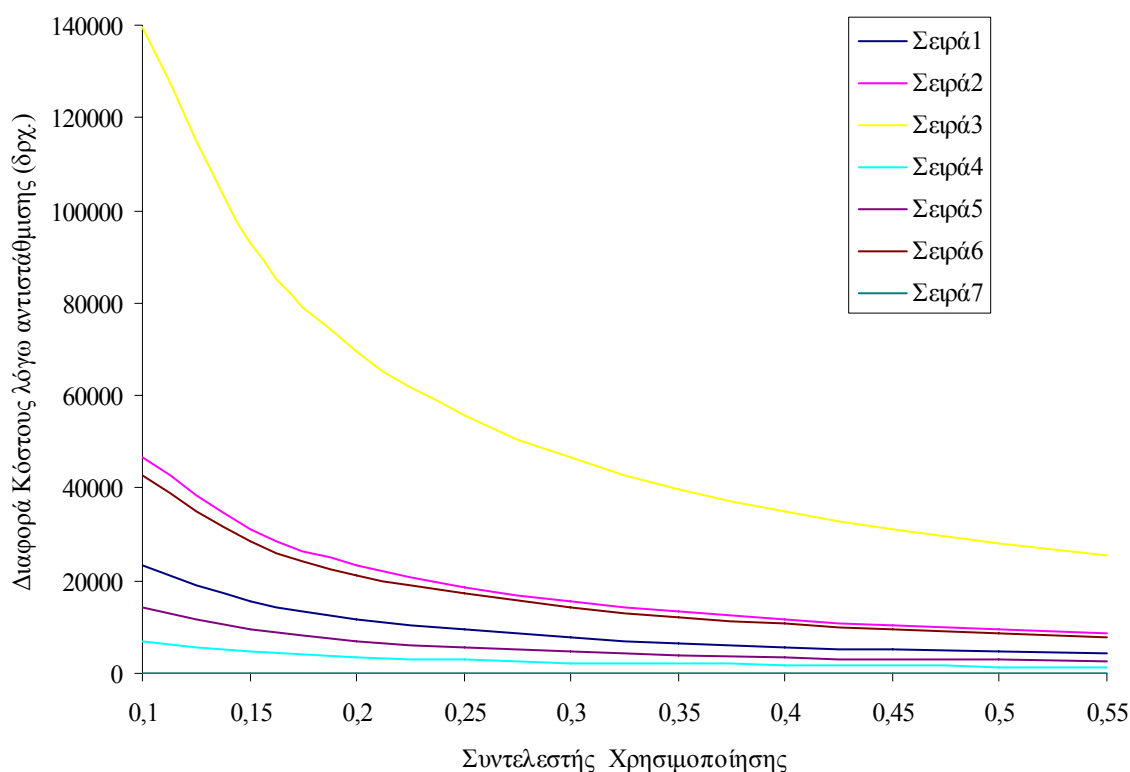
διάρκεια ζωής είναι 25 έτη, οπότε είναι τεχνικά και οικονομικά αποδεκτή η χωρητική αντιστάθμιση της βιομηχανίας με το υπάρχον τιμολόγιο.

4.2.2 Χωρητική αντιστάθμιση στα βιομηχανικά τιμολόγια χαμηλής τάσης

Από τα όσα αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο και από τις διακυμάνσεις που παρατηρήθηκαν στη διαφορά κόστους χωρίς ή με χωρητική αντιστάθμιση προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ωφέλεια από τη χωρητική αντιστάθμιση επηρεάζεται τόσο από την αιχμή φορτίου, όσο και από το συντελεστή ισχύος. Η αιχμή φορτίου ουσιαστικά καθορίζεται από το συντελεστή χρησιμοποίησης της ηλεκτρικής εγκατάστασης, από το συντελεστή ταυτοχρονισμού και από την τελικά καταναλισκόμενη ενέργεια.

Στην παράγραφο Π 3.2 του παραρτήματος 3 παρουσιάζουμε τον κώδικα μέσω του οποίου προσδιορίσαμε την κοστολόγηση ενός βιομηχανικού καταναλωτή με τιμολόγιο Γ22B ανάλογα με την καταναλισκόμενη ενέργεια, το συντελεστή ισχύος και το συντελεστή χρησιμοποίησης -που ορίζεται ως το πηλίκο της μέσης ως προς τη μέγιστη ισχύ.

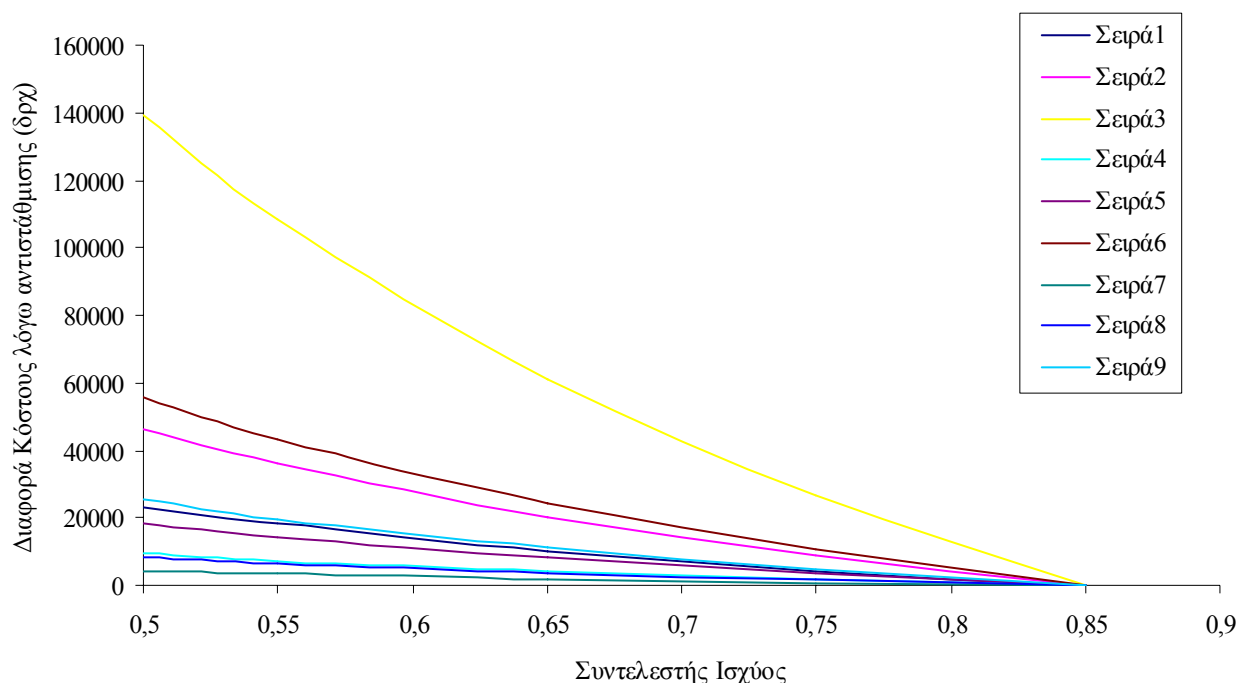
Στη συνέχεια παρουσιάζουμε την εξάρτηση της μεταβολής του κόστους τιμολόγησης σε διάφορα επίπεδα καταναλισκόμενης ενέργειας και συντελεστή ισχύος ως προς το συντελεστή χρησιμοποίησης. Αναλυτικότερα οι σειρές 1, 2 και 3 αντιστοιχούν στις 5.000, 10.000 και 30.000 kWh με $\cos\phi$ ίσο με 0,5, οι σειρές 4, 5, 6 στις 5.000, 10.000 και 30.000 kWh με $\cos\phi$ ίσο με 0,7 και τέλος η σειρά 7 σε οποιοδήποτε επίπεδο ενέργειας με $\cos\phi$ ίσο με 0,85.



Σχήμα 4.1 : Εξάρτηση Διαφοράς Κόστους Τιμολογίου Γ22B λόγω προσθήκης χωρητικής αντιστάθμισης ως προς το συντελεστή χρησιμοποίησης

Ακόμη παρουσιάζουμε την εξάρτηση της μεταβολής του κόστους τιμολόγησης σε διάφορα επίπεδα καταναλισκόμενης ενέργειας και συντελεστή χρησιμοποίησης ως προς το συντελεστή ισχύος. Ειδικά οι σειρές 1, 2 και 3 αντιστοιχούν στις 5.000, 10.000 και 30.000

kWh με συντελεστή χρησιμοποίησης ίσο με 0,1, οι σειρές 4, 5, 6 στις 5.000, 10.000 και 30.000 kWh με συντελεστή χρησιμοποίησης ίσο με 0,20 και τέλος οι σειρές 7,8,9 στις 5.000, 10.000 και 30.000 kWh με συντελεστή χρησιμοποίησης ίσο με 0,55. Τονίζουμε ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης 20% αντιστοιχεί σε ένα εργοστάσιο που λειτουργεί μία βάρδια χρησιμοποιώντας διαρκώς πάνω από το 85% του μέγιστου φορτίου κατά τις εργάσιμες ώρες, όπως συμβαίνει και με την περίπτωση της χημικής βιομηχανίας.



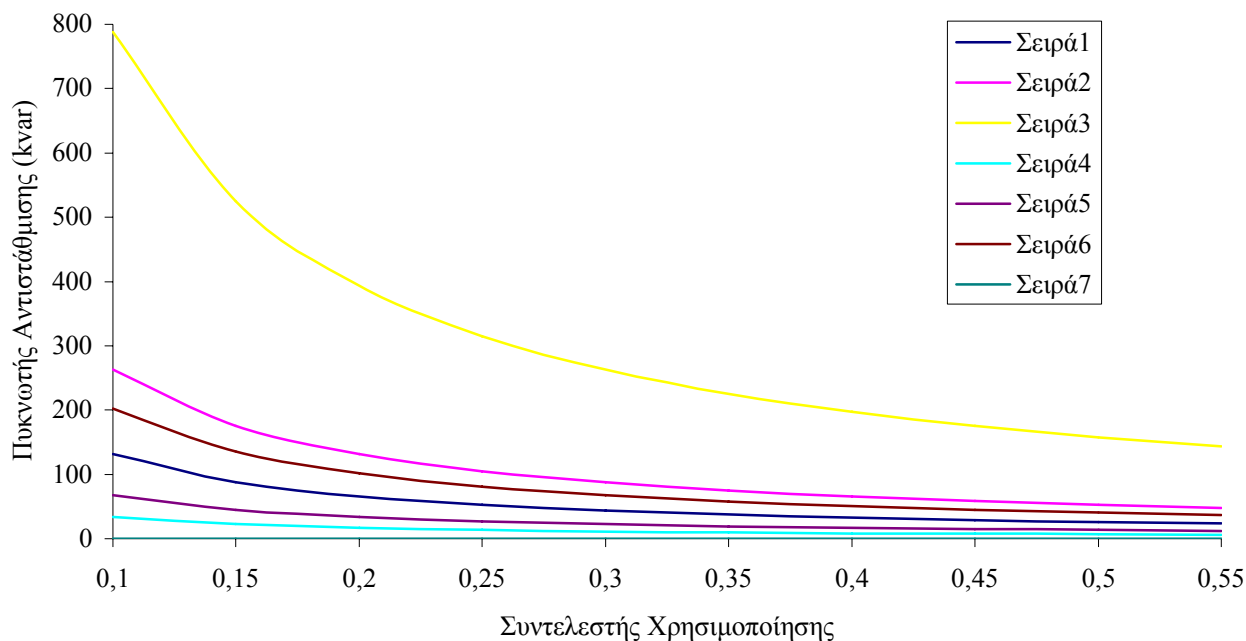
Σχήμα 4.2 : Εξάρτηση Διαφοράς Κόστους Τιμολογίου Γ22B λόγω προσθήκης χωρητικής αντιστάθμισης ως προς το συντελεστή ισχύος

Από τις δύο πιο πάνω γραφικές παραστάσεις προκύπτει το συμπέρασμα ότι όσο χειρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος -πιο μικρός-, τόσο πιο σημαντική είναι η μείωση του κόστους του τιμολογίου που μπορούμε να πραγματοποιήσουμε με τη χωρητική αντιστάθμιση. Άλλωστε πάνω από το 0,85 δεν υπάρχει καμία βελτίωση. Επίσης όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής χρησιμοποίησης για δεδομένο επίπεδο ζητούμενης ενέργειας και συντελεστή ισχύος, τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση του κόστους με την προσθήκη πυκνωτών, καθώς μικρότερος συντελεστής χρησιμοποίησης σημαίνει μεγαλύτερη αιχμή φορτίου για δεδομένη ενέργεια, οπότε και μεγαλύτερη χρέωση ισχύος. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να υπάρχει μία «επιπεδοποίηση» του φορτίου κατά τις ώρες λειτουργίας του εργοστασίου, ώστε να μειωθεί η χρέωση ισχύος.

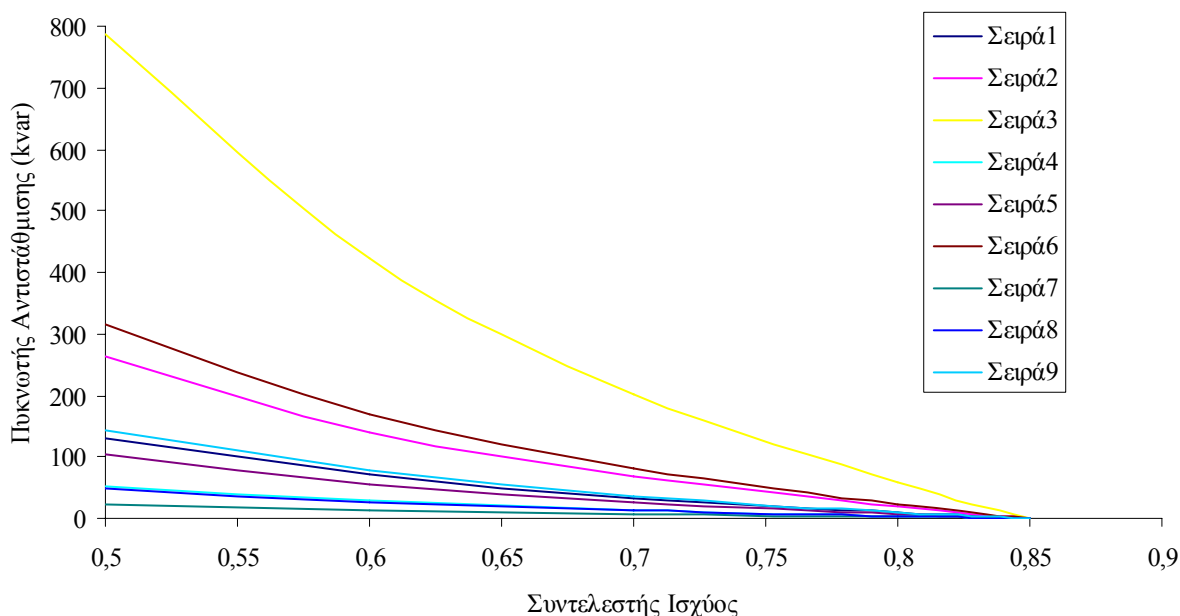
Πέρα από τη μεταβολή του κόστους στο τιμολόγιο υπάρχει αντίστοιχα και μεταβολή στη ζητούμενη ισχύ των πυκνωτών αντιστάθμισης. Το μέγεθος επηρεάζεται τόσο από το συντελεστή χρησιμοποίησης -όσο μικρότερος είναι για δεδομένο μέγεθος ζητούμενης ενέργειας και συντελεστή ισχύος, τόσο μεγαλύτερος πυκνωτής απαιτείται-, όσο και από το συντελεστή ισχύος -όσο μεγαλύτερος είναι, τόσο μικρότερο πυκνωτή χρειαζόμαστε, ώστε άνω του 0,85 να είναι μηδενικός. Επίσης επηρεάζεται και από τα επίπεδα ενέργειας και ισχύος, αφού για δεδομένους συντελεστές ισχύος και χρησιμοποίησης η ζητούμενη αντιστάθμιση αυξάνεται με την αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας.

Προς απόδειξη των πιο πάνω προχωρούμε στις γραφικές παραστάσεις της ελάχιστης χωρητικής αντιστάθμισης ως προς τους συντελεστές χρησιμοποίησης και ισχύος -γραφικές παραστάσεις 4.3 και 4.4 αντίστοιχα. Οι σειρές του σχήματος 4.3 βρίσκονται σε πλήρη

αντιστοίχιση με τις σειρές του σχήματος 4.1. Το ίδιο ισχύει και για τις σειρές των σχημάτων 4.4 και 4.2.



Σχήμα 4.3 : Μέγεθος ελάχιστης χωρητικής αντιστάθμισης για νέο συντελεστή ισχύος άνω του 0,85 ως προς το συντελεστή χρησιμοποίησης



Σχήμα 4.4 : Μέγεθος ελάχιστης χωρητικής αντιστάθμισης για νέο συντελεστή ισχύος άνω του 0,85 ως προς το συντελεστή ισχύος

Αν θεωρήσουμε δεδομένη τη μέγιστη ισχύ P που θα ζητά κάθε μήνα η βιομηχανία και λαμβάνοντας υπόψη ότι η χρέωση ισχύος εξαρτάται από το -μέσο μηνιαίο- συντελεστή ισχύος $\cos\phi_1$, τότε η αντίστοιχη μηνιαία μείωση του κόστους Δk_{T22B} λόγω προσθήκης της

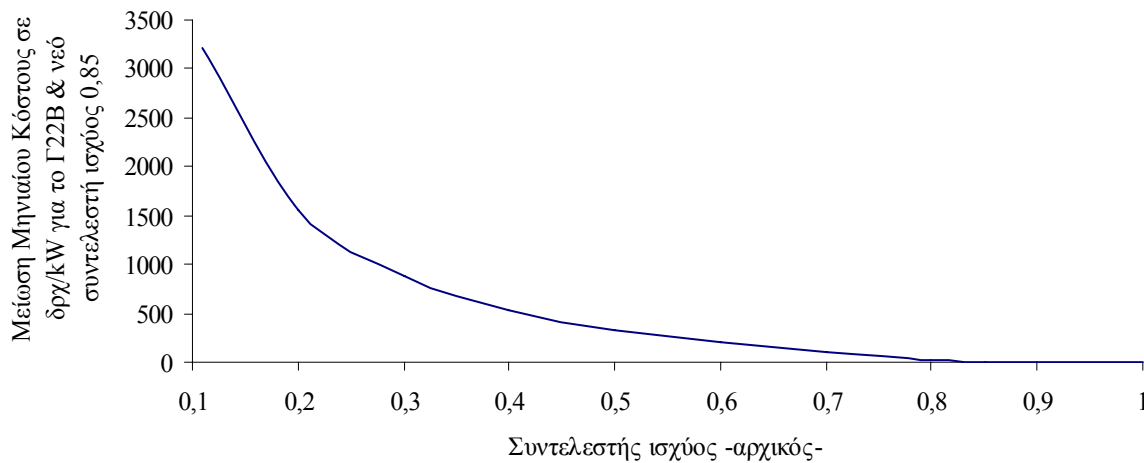
απαιτούμενης χωρητικής αντιστάθμισης, ώστε ο νέος συντελεστής ισχύος $\cos\varphi_2$ να είναι 0,85, δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\Delta k_{\Gamma 22B} = p_{\Gamma 22B} \cdot [XZ - P] \quad (4.2.2-1)$$

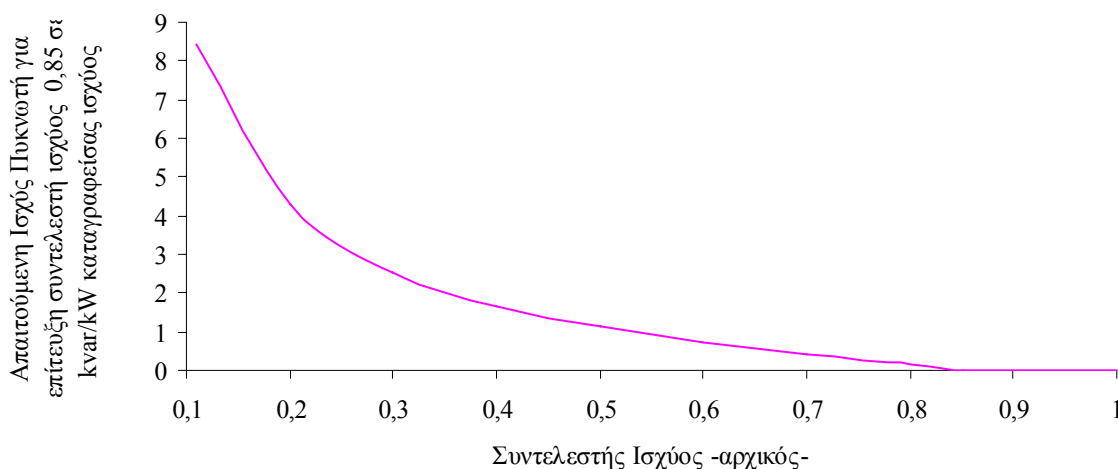
όπου $p_{\Gamma 22B}$ η αντίστοιχη τιμή σε δραχμές ενός kW χρωστέας ζήτησης XZ , η οποία ορίζεται για το τιμολόγιο $\Gamma 22/B$ ως εξής -μέσω της βηματικής συνάρτησης $u(x)$ - :

$$XZ = P \cdot \left[\frac{0,85}{\cos\varphi_1} \cdot (1 - u(\cos\varphi_1 - 0,85)) + 1 \cdot u(\cos\varphi_1 - 0,85) \right] \quad (4.2.2-2)$$

Επίσης η αντίστοιχη χωρητική αντιστάθμιση δίνεται από τη σχέση (4.2-3), οπότε οι γραφικές παραστάσεις μείωσης του μηνιαίου κόστους ανά kW σε τιμές τιμολογίου $\Gamma 22B$ και απαίτησης ισχύος χωρητικής αντιστάθμισης για επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,85 ως προς το συντελεστή ισχύος είναι οι ακόλουθες :



Σχήμα 4.5 : Μείωση μηνιαίου κόστους τιμολογίου $\Gamma 22/B$ σε δρχ/kW καταγραφείσας ενεργού ισχύος ως προς το αρχικό μέσο μηνιαίο συντελεστή ισχύος



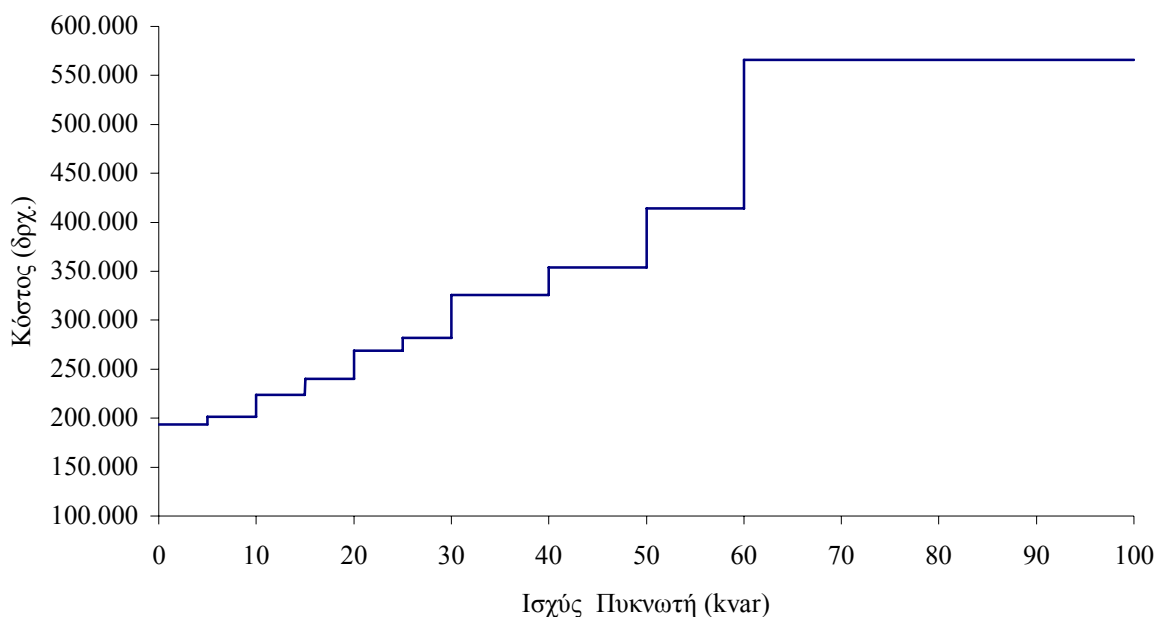
Σχήμα 4.6 : Απαιτούμενη ισχύς χωρητικής αντιστάθμισης σε kvar/kW καταγραφείσας ενεργού ισχύος για επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,85 ως προς το αρχικό μέσο μηνιαίο συντελεστή ισχύος

Τέλος σημειώνουμε ότι το κόστος της αντιστάθμισης είναι αρκετά κβαντισμένο, αν λάβει κανείς υπόψη του ότι το μεγαλύτερο μέρος του προέρχεται από το σύστημα ελέγχου - που κοστίζει 149.000 δρχ., ενώ οι πυκνωτές ξεκινούν από τις 30.000 δρχ. για τα 5 kvar και φθάνουν τις 315.000 δρχ. για τα 300 kvar. Υπάρχουν και οι αντίστοιχοι ηλεκτρονόμοι χειρισμών των πυκνωτών που η μεταβολή του κόστους είναι πιο μικρή. Συγκεντρωτικά θα διαμορφώναμε τον ακόλουθο πίνακα :

Ισχύς Πυκνωτή kvar	Κόστος συστοιχίας δρχ.	Ονομαστική Ισχύς Ηλεκτρονόμων kvar	Κόστος Ηλεκτρονόμων δρχ.	Τελικό Κόστος μαζί με αυτοματισμούς δρχ.
5	30.000	10	14.500	193.500
10	37.800	10	14.500	201.300
15	55.000	20	19.500	223.500
20	71.500	20	19.500	240.000
25	88.000	30	32.000	269.000
30	101.000	30	32.000	282.000
40	129.000	40	47.500	325.500
50	155.000	50	50.000	354.000
60	200.000	60	65.000	414.000
100	315.000	100	102.000	566.000

Πίνακας 4.2 : Κόστος Πυκνωτών Αντιστάθμισης

Οπότε η αντίστοιχη γραφική παράσταση -μέσω της οποίας προσδιορίζουμε το ελάχιστο κόστος του πυκνωτή που χρειαζόμαστε- είναι η ακόλουθη:



Σχήμα 4.7 : Κόστος πυκνωτή σε συνάρτηση με την ισχύ του

Αν χρειαζόμαστε μονάδες μεγαλύτερες των 100 kvar, τότε αναγκαζόμαστε να χρησιμοποιήσουμε συνδυασμούς των πιο πάνω πυκνωτών.

Συνεπώς έχοντας υπόψη μας τα σχήματα 4.1 ως 4.7 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος, τόσο πιο αποδοτική θα προκύψει η χωρητική αντιστάθμιση, αρκεί ο συντελεστής χρησιμοποίησης να μην λαμβάνει εξαιρετικά μικρές τιμές -της τάξης του 10%-, διότι τότε απαιτείται πολύ μεγάλος πυκνωτής.

Γενικά στις περισσότερες περιπτώσεις με ένα συντελεστή χρησιμοποίησης άνω του 20% και συντελεστή ισχύος μικρότερο του 0,8 το μέτρο της χωρητικής αντιστάθμισης είναι ένα αποδεκτό τεχνικοοικονομικό μέτρο βελτίωσης της ηλεκτρικής συμπεριφοράς της βιομηχανίας. Συγχρόνως μειώνει και κατά ένα πολύ μικρό ποσοστό τις ωμικές απώλειες λόγω της μικρότερης ροής αέργου ισχύος, χωρίς όμως να έχει ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς λόγω της εξαιρετικά μικρής συμμετοχής του.

4.3 Γενικά περί Αλλαγής Τιμολογίων σε επίπεδο Χαμηλής Τάσης

Όταν κατασκευάζεται ή μεταβάλλεται η δομή και η λειτουργία μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης, τίθεται το ερώτημα στον καταναλωτή της εξασφάλισης του φθηνότερου τιμολογίου, ιδιαίτερα στην περίπτωση βιομηχανιών που χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και κοστολογείται και η μέγιστη ζητούμενη ισχύς.

Ειδικά στο επίπεδο χαμηλής τάσης υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες τιμολογίων, το απλό μίας ζώνης χρέωσης ενέργειας -Γ21/B-, το διωνυμικό μίας ζώνης χρέωσης ενέργειας -Γ22/B- και το διζωνικό τιμολόγιο -Γ23/B. Τα τιμολόγια Γ21/B και Γ22/B είναι αμοιβαίως αποκλειόμενα, καθώς το πρώτο λαμβάνεται μόνο από όσους έχουν συμφωνημένη ισχύ μέχρι τα 25 KVA, ενώ το δεύτερο όσοι είναι από 25 ως 250 KVA. Στο τιμολόγιο Γ23/B υπάρχει ουσιαστικά διπλή χρέωση ενέργειας, η κανονική και η μειωμένη, ενώ δεν υπάρχει χρέωση ισχύος. Ακόμη το κόστος της kWh του κανονικού τιμολογίου είναι ακριβότερη από την αντίστοιχη του διωνυμικού, ενώ του μειωμένου φθηνότερη, με συνέπεια να τίθεται το αρχικό ερώτημα ποιό συμφέρει τον καταναλωτή.

Σε περίπτωση αλλαγής τιμολογίου ο καταναλωτής χρεώνεται την αλλαγή των μετρητών από τη Δ.Ε.Η. -υλικά και εργατικά- που κυμαίνεται από τις 200.000 δραχμές και φθάνει μέχρι και τις 600.000 δραχμές.

Γι' αυτό είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε πότε πράγματι μας συμφέρει η αλλαγή του τιμολογίου.

4.3.1 Αλλαγή τιμολογίων από Γ22/B σε Γ23/B για τη χημική βιομηχανία

Στην παρούσα περίπτωση η χημική βιομηχανία λειτουργεί μία βάρδια -το πρωί των εργασιμών ημερών-, οπότε δεν γίνεται να μειώσουμε τα έξοδα του εργοστασίου ως προς την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση του μειωμένου-νυκτερινού τιμολογίου, αφού το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας είναι τις ώρες κανονικού τιμολογίου.

Θα μπορούσαμε όμως να μεταφέρουμε το φόρτιο της ηλεκτρικής θέρμανσης τη νύκτα αντί την ημέρα, καθώς καλύπτει σημαντικό μέρος των ηλεκτρικών μας ενεργειακών αναγκών το χειμώνα, ώστε να προσδιορίσουμε αν κάτω από αυτές τις συνθήκες μας συμφέρει η μετατροπή της τωρινής μορφής ηλεκτρικής θέρμανσης σε θερμοσυσσωρευτές συγχρόνως με αντίστοιχη αλλαγή του τιμολογίου.

Στην παράγραφο Π 3.3 του παραρτήματος 3 υπάρχει το αντίστοιχο πρόγραμμα που υπολογίζει το κόστος των δύο τιμολογίων και σύμφωνα με τα αποτελέσματά του θα πληρώναμε σε περίπτωση χρήσης του Γ23/B 850.000 δραχμές παραπάνω. Παρατηρούμε άλλωστε ότι ακόμη και στους χειμωνιάτικους μήνες υπάρχει ζημιά από τη χρήση του τιμολογίου Γ23/B, καθώς η ενέργεια που πληρώνεται με την κανονική χρέωση είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη με τη χαμηλή.

Απλώς σημειώνουμε ότι κατά τη διάρκεια της μειωμένης χρέωσης, εκτός από τη θέρμανση, λειτουργούν τα ψυγεία -τις αντίστοιχες ώρες-, οι θερμοσίφωνες των διαμερισμάτων του φύλακα και μερικές μικροσυσκευές οικιακής χρήσης.

Ωστόσο ως μέτρο μείωσης του κόστους λειτουργίας για την παρούσα βιομηχανία αποκλείεται.

4.3.2 Αλλαγή τιμολογίων από Γ21/B ή Γ22/B σε Γ23/B

Στην περίπτωση του τιμολογίου Γ21/B το κόστος δίνεται -σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο Π 2.2- από τη σχέση:

$$K_{\Gamma 21B} = pag_{\Gamma 21B} + k_{\Gamma 21B} \cdot E \quad (4.3.2-1)$$

όπου E είναι η καταναλισκόμενη ενέργεια, $K_{\Gamma 21B}$ το τελικό κόστος του τιμολογίου Γ21/B, $pag_{\Gamma 21B}$ το αντίστοιχο πάγιο και $k_{\Gamma 21B}$ η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh.

Ως προς το τιμολόγιο Γ23/B έχουμε ότι το αντίστοιχο κόστος δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$K_{\Gamma 23B} = pag_{\Gamma 23B} + k_{\Gamma 23BK} \cdot E_K + k_{\Gamma 23BM} \cdot E_M \quad (4.3.2-2)$$

όπου E_K και E_M είναι οι καταναλισκόμενες ενέργειες κανονικού και μειωμένου τιμολογίου, $K_{\Gamma 23B}$ το τελικό κόστος του τιμολογίου Γ23/B, $pag_{\Gamma 23B}$ το αντίστοιχο πάγιο, $k_{\Gamma 23BK}$ η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh του κανονικού τιμολογίου και $k_{\Gamma 23BM}$ η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh του μειωμένου.

Επίσης θέτουμε ότι και στις δύο περιπτώσεις έχουμε την ίδια συνολική ενέργεια, οπότε:

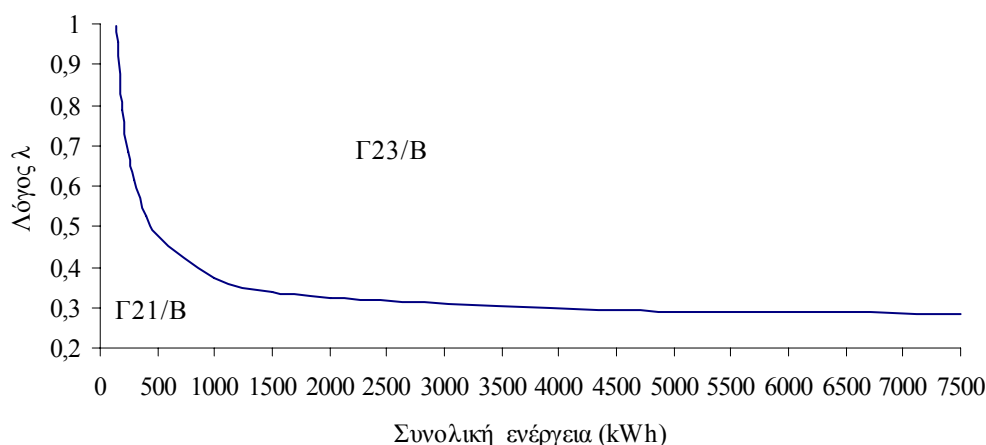
$$E = E_K + E_M \quad (4.3.2-3)$$

Συνεπώς ο λόγος λ της ενέργειας με μειωμένο τιμολόγιο E_M προς τη συνολική E πάνω από τον οποίο μας συμφέρει η χρήση του τιμολογίου Γ23/B ως προς το Γ21/B δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\lambda = \frac{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 21B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} + \frac{pag_{\Gamma 23B} - pag_{\Gamma 21B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{1}{E} \quad (4.3.2-4)$$

Η πιο πάνω σχέση ισχύει με την προϋπόθεση ότι το κόστος που προκύπτει στο τιμολόγιο Γ23/B είναι μεγαλύτερο από την αντίστοιχη ελάχιστη χρέωση, που είναι ίση με 3.600, 5.400 και 11.250 δρχ. για αντίστοιχη συμφωνημένη ισχύ 8, 12 και 25 kVA. Οπότε η ενέργεια πάνω από την οποία ισχύει η σχέση (4.3.2-4) είναι αντίστοιχα 0, 135 και 655 kWh.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε την αντίστοιχη γραφική παράσταση του λόγου λ συναρτήσει της ενέργειας E με τις αντίστοιχες τρέχουσες τιμές.



Σχήμα 4.8 : Λόγος λ σε συνάρτηση με τη συνολική ενέργεια από σύγκριση Γ21/B και Γ23/B

Για ένα συγκεκριμένο επίπεδο ενέργειας E' βρίσκουμε αν ο λόγος λ' είναι μεγαλύτερος από την αντίστοιχη τιμή λ της γραφικής παράστασης. Αν συμβεί αυτό, τότε συμφέρει το τιμολόγιο Γ23/B, ενώ σε αντίθετη περίπτωση το τιμολόγιο Γ21/B.

Στην περίπτωση όμως σύγκρισης του τιμολογίου Γ23/B με το Γ22/B η κατάσταση είναι πιο δύσκολη, καθώς το Γ22/B είναι διωνυμικό τιμολόγιο και επηρεάζεται και από το μέγεθος της μέγιστης ισχύος. Η αντίστοιχη σχέση κόστους είναι η ακόλουθη :

$$K_{\Gamma 22B} = pag_{\Gamma 22B} + k_{\Gamma 22B} \cdot E + p_{\Gamma 22B} \cdot XZ \quad (4.3.2-5)$$

όπου E είναι η καταναλισκόμενη ενέργεια, XZ η χρωστέα ζήτηση, $K_{\Gamma 22B}$ το τελικό κόστος του τιμολογίου Γ22/B, $pag_{\Gamma 22B}$ το αντίστοιχο πάγιο, $k_{\Gamma 22B}$ η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh και $p_{\Gamma 22B}$ η αντίστοιχη τιμή του ενός kW χρωστέας ζήτησης.

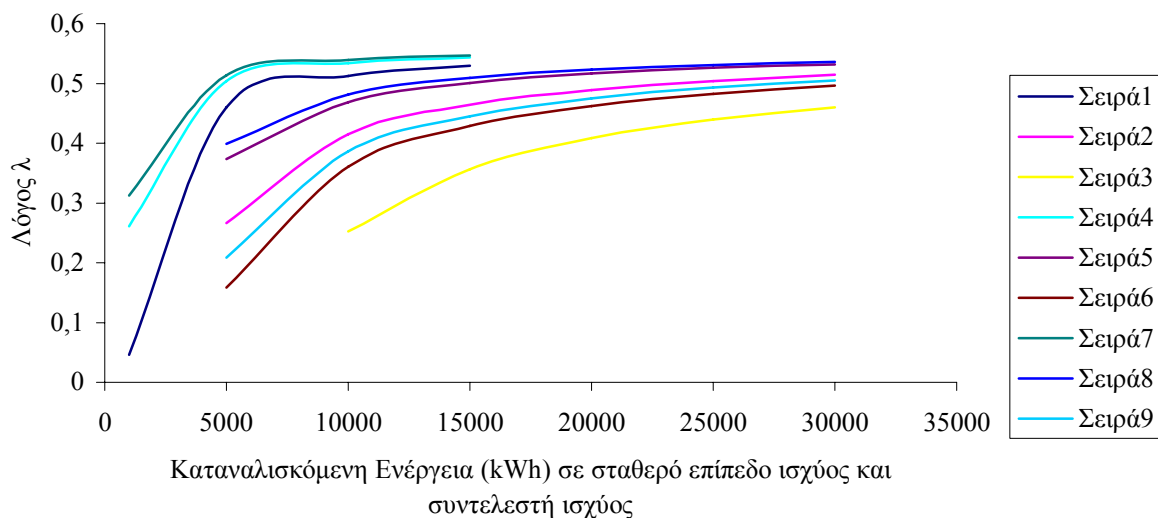
Συνεπώς ο λόγος λ της ενέργειας με μειωμένο τιμολόγιο E_M προς τη συνολική E πάνω από τον οποίο μας συμφέρει η χρήση του τιμολογίου Γ23/B ως προς το Γ22/B δίνεται από την ακόλουθη σχέση, αν λάβουμε υπόψη μας και τις σχέσεις (4.3.2-2) και (4.3.2-3) :

$$\lambda = \frac{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} + \frac{pag_{\Gamma 23B} - pag_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{1}{E} - \frac{p_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{XZ}{E} \quad (4.3.2-6)$$

όπου η χρωστέα ζήτηση XZ δίνεται από τη σχέση (4.2.2-2) και προσδιορίζεται από το συντελεστή ισχύος $\cos\phi$ και από την καταγραφείσα μέγιστη ενεργό ισχύ P , οπότε η τελική μορφή της σχέσης (4.3.2-6) είναι η ακόλουθη :

$$\lambda = \frac{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} + \frac{pag_{\Gamma 23B} - pag_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{1}{E} - \frac{p_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{P}{E} \cdot \left[\frac{0,85}{\cos\phi} \cdot (1 - u(\cos\phi - 0,85)) + u(\cos\phi - 0,85) \right] \quad (4.3.2-7)$$

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε την γραφική παράσταση του λόγου λ ως προς την συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια σε διάφορα επίπεδα καταγραφείσας μέγιστης ενεργού ισχύος και συντελεστή ισχύος.



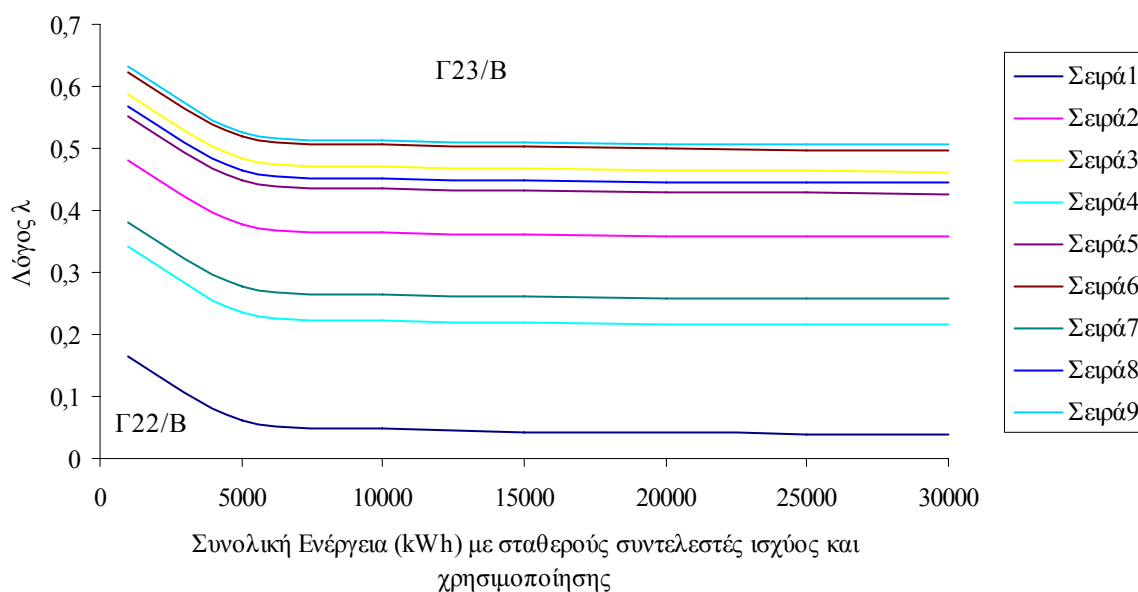
Σχήμα 4.9 : Λόγος λ σε συνάρτηση με τη συνολική ενέργεια σε δεδομένα επίπεδα μέγιστης ενεργού ισχύος και συντελεστή ισχύος

Σημειώνουμε απλώς ότι οι σειρές 1, 2, 3 αντιστοιχούν στα 20, 50 και 100 kW μέγιστης ενεργού ισχύος με $\cos\varphi$ ίσο με 0,5, οι σειρές 4, 5, 6 στα 20, 50 και 100 kW με $\cos\varphi$ ίσο με 0,75 και οι σειρές 7, 8, 9 στα 20, 50 και 100 kW με $\cos\varphi$ ίσο με 0,85 και άνω. Αυτές οι σειρές είναι ενδεικτικές του μεγάλου πλήθους που μπορούν να κατασκευαστούν με τη βοήθεια του προγράμματος της παραγράφου Π 3.4 του παραρτήματος 3.

Η γραφική παράσταση 4.9 χρησιμοποιείται ως εξής: Αρχικά προσδιορίζουμε τη σειρά πάνω στην οποία θα κινηθούμε έχοντας ως γνωστά μεγέθη την καταγραφείσα μέγιστη ενεργό ισχύ P' και το συντελεστή ισχύος $\cos\varphi'$. Έπειτα στηριζόμενοι σ' αυτήν τη σειρά με βάση το επίπεδο της καταναλισκόμενης ενέργειας E' βρίσκουμε αν ο λόγος λ' είναι μεγαλύτερος από την αντίστοιχη τιμή λ της γραφικής παράστασης. Αν συμβεί αυτό, τότε συμφέρει το τιμολόγιο Γ23/B, ενώ σε αντίθετη περίπτωση το τιμολόγιο Γ22/B.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε την γραφική παράσταση του λόγου λ ως προς την συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια σε διάφορα επίπεδα σταθερών συντελεστών ισχύος $\cos\varphi$ και χρησιμοποίησης ΣΧΡΣ, η οποία προσδιορίζεται μέσω της ακόλουθης σχέσης, όπου T ο χρόνος τιμολόγησης σε ώρες -720 ώρες σε ένα μήνα :

$$\lambda = \frac{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} + \frac{pag_{\Gamma 23B} - pag_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{1}{E} - \frac{p_{\Gamma 22B}}{k_{\Gamma 23BK} - k_{\Gamma 23BM}} \cdot \frac{1}{T \cdot \Sigma \chi \rho \Sigma} \cdot \left[\frac{0,85}{\cos\varphi} \cdot (1 - u(\cos\varphi - 0,85)) + u(\cos\varphi - 0,85) \right] \quad (4.3.2-8)$$



Σχήμα 4.10 : Λόγος λ σε συνάρτηση με τη συνολική ενέργεια σε δεδομένα επίπεδα συντελεστών ισχύος και χρησιμοποίησης

Σημειώνουμε απλώς ότι οι σειρές 1, 2, 3 αντιστοιχούν σε συντελεστή χρησιμοποίησης ΣΧΡΣ 0,1, 0,25, 0,50 με $\cos\varphi$ ίσο με 0,5, οι σειρές 4, 5, 6 σε ΣΧΡΣ 0,1, 0,25, 0,50 με $\cos\varphi$ ίσο με 0,75 και οι σειρές 7, 8, 9 σε ΣΧΡΣ 0,1, 0,25, 0,50 με $\cos\varphi$ ίσο με 0,85 και άνω. Αυτές οι σειρές είναι ενδεικτικές του μεγάλου πλήθους που μπορούν να κατασκευαστούν με τη βοήθεια του προγράμματος της παραγράφου Π 3.4 του παραρτήματος 3.

Η γραφική παράσταση 4.10 χρησιμοποιείται ως εξής: Αρχικά προσδιορίζουμε τη σειρά πάνω στην οποία θα κινηθούμε έχοντας ως γνωστά μεγέθη τους συντελεστές ισχύος

$\cos\phi'$ και χρησιμοποίησης ΣΧΡΣ'. Έπειτα στηριζόμενοι σ' αυτήν τη σειρά με βάση το επίπεδο της καταναλισκόμενης ενέργειας E' βρίσκουμε αν ο λόγος λ' είναι μεγαλύτερος από την αντίστοιχη τιμή λ της γραφικής παράστασης. Αν συμβεί αυτό, τότε συμφέρει το τιμολόγιο Γ23/B, ενώ σε αντίθετη περίπτωση το τιμολόγιο Γ22/B.

Σ' αυτήν τη γραφική παράσταση φαίνεται καθαρά ότι όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής χρησιμοποίησης και όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος, τόσο μεγαλώνει η χροστέα ζήτηση, καθώς στην πρώτη περίπτωση για δεδομένο επίπεδο ζητούμενης ενέργειας θα μεγαλώνει η αντίστοιχη καταγραφείσα μέγιστη ενεργός ισχύς, ενώ στη δεύτερη αυξάνεται ο συντελεστής επιβάρυνσης λόγω κακού συντελεστή ισχύος -όταν είναι μικρότερος του 0,85- μέσω του παράγοντα $0,85/\cos\phi$, σύμφωνα με τη σχέση (4.3.2-7).

4.4 Γενικά περί Αλλαγής Τιμολογίων από το επίπεδο Χαμηλής Τάσης σε Μέση

Όπως και στην προηγούμενη παράγραφο ένα από τα βασικά ερωτήματα ενός βιομηχανικού καταναλωτή η επιλογή του τιμολογίου. Ειδικά στην περίπτωση που η παροχή του είναι από 135 KVA και άνω μπορεί με υπέρβαση των υφιστάμενων διατάξεων να του χορηγηθεί μέση τάση -η Δ.Ε.Η. δέχεται να το πράξει αυτό, διότι δεν αναλαμβάνει την κατασκευή επιπλέον μετασχηματιστή, ειδικά στην περίπτωση αγροτικών και ημιαστικών περιοχών που η πλειοψηφία των μετασχηματιστών που υπάρχουν είναι μικρού μεγέθους.

Οπότε υπό αυτές τις συνθήκες είναι δυνατή η σύγκριση των τιμολογίων χαμηλής τάσης Γ22/B και Γ23/B με της μέσης τάσης B1B και B2B. Το Γ21/B αφορά ισχείς μικρότερες ή ίσες των 25 KVA, οπότε δεν είναι δυνατή η μετάβαση σε μέση τάση, ενώ τα βιομηχανικά μέσης τάσης B15B και B25B αφορούν καταναλωτές με ζητούμενη ενεργό ισχύ άνω των 3.000 kW, με συνέπεια ήδη οι καταναλωτές να έχουν μέση τάση.

Σε περίπτωση αλλαγής τιμολογίου από χαμηλή τάση σε μέση ο καταναλωτής είναι αναγκασμένος να πληρώσει, εκτός από την αλλαγή των μετρητών και την προσθήκη των απαραίτητων διατάξεων προστασίας του δικτύου μέσης τάσης -υλικά και εργατικά- ως συμμετοχή στη Δ.Ε.Η., και την κατασκευή του δικού του υποσταθμού μέσης τάσης, του οποίου το κόστος είναι αρκετά υψηλό και διαδραματίζει τον κύριο ανασταλτικό παράγοντα.

Γ' αυτό είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε με τεχνικοοικονομικά κριτήρια πότε πράγματι μας συμφέρει η αλλαγή του τιμολογίου.

4.4.1 Αλλαγή τιμολογίων από Γ22/B σε B1B ή B2B χωρίς ή με την προσθήκη κατάλληλης χωρητικής αντιστάθμισης για τη χημική βιομηχανία

Στην παρούσα περίπτωση είναι γνωστή η συμπεριφορά της χημικής βιομηχανίας ως προς την ενέργεια και την ισχύ κατά τη διάρκεια ενός έτους σύμφωνα με τα όσα αναφέρουμε στο δεύτερο κεφάλαιο. Οπότε με βάση αυτά τα στοιχεία θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε αν μας συμφέρει η μετάβαση σε τιμολόγιο της μέσης τάσης μελετώντας συγχρόνως την προσθήκη ή όχι του κατάλληλου μεγέθους χωρητικής αντιστάθμισης.

Αν θεωρήσουμε ότι πριν την προσθήκη μετασχηματιστή η κατανάλωση ενεργού ενέργειας και αέργου είναι E και A αντίστοιχα και η μέγιστη καταγραφείσα ενεργός ισχύς P , τότε οι επιπλέον απώλειες ισχύος -ενεργού $P_{απ}$ και αέργου $Q_{απ}$ - και ενέργειας -ενεργού $E_{απ}$ και αέργου $A_{απ}$ - δίνονται από τις ακόλουθες σχέσεις :

$$P_{απ} = P_{Fe} + P_{Cu} \cdot \left(\frac{S}{S_{ov}} \right)^2 \quad (4.4.1-1)$$

$$E_{\alpha\pi} = P_{Fe} \cdot T + P_{Cu} \cdot \left(\frac{S}{S_{ov}} \right)^2 \cdot T_{\lambda} \quad (4.4.1-2)$$

$$Q_{\alpha\pi} = Q_o + u_k \cdot \left(\frac{S}{S_{ov}} \right)^2 \cdot S_{ov} \quad (4.4.1-3)$$

$$A_{\alpha\pi} = Q_o \cdot T + u_k \cdot S^2 \cdot T_{\lambda} \quad (4.4.1-4)$$

όπου Q_o είναι η άεργη ισχύς μαγνήτισης –που κυμαίνεται ανάμεσα στο 1,5% και 3% της ονομαστικής ισχύος S_{ov} του μετασχηματιστή-, u_k η τάση βραχυκύκλωσης σε ανά μονάδα, T ο συνολικός χρόνος μελέτης και T_{λ} ο αντίστοιχος χρόνος λειτουργίας του εργοστασίου με μία μέση καταναλισκόμενη φαινομένη ισχύ $\bar{S}$, η οποία συνδέεται με την αντίστοιχη ενεργό $\bar{P}$ και το συντελεστή ισχύος $\cos\varphi$ με την ακόλουθη σχέση:

$$\bar{P} = \bar{S} \cdot \cos\varphi \quad (4.4.1-5)$$

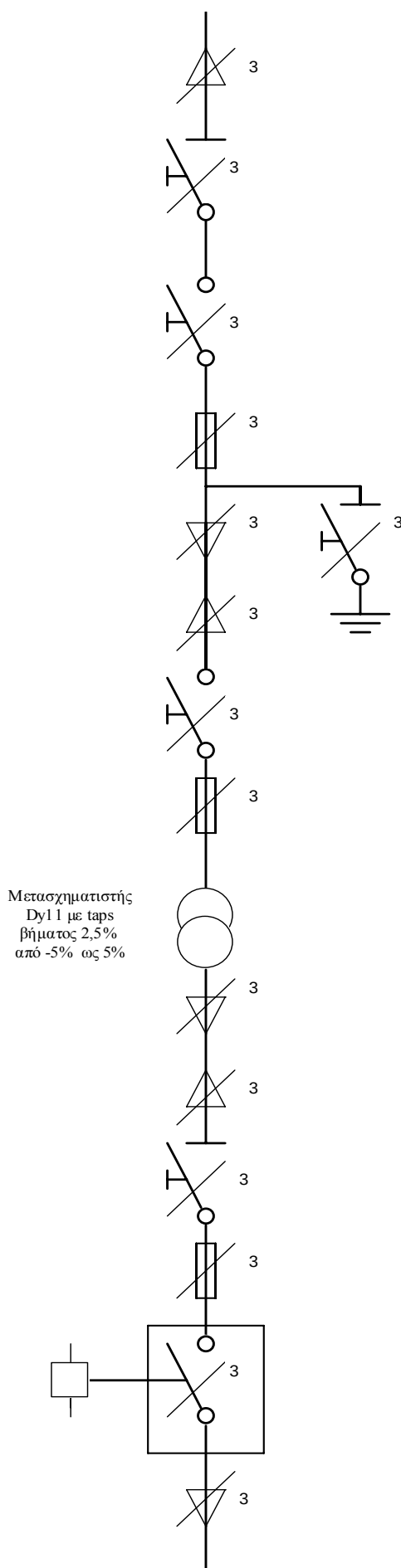
Οι παραπάνω σχέσεις μπορούν να εφαρμοστούν πρακτικά, αν η λειτουργία του εργοστασίου παρουσιάζει μικρές διακυμάνσεις κατά τις ώρες λειτουργίας, αλλιώς πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση της χρονολογικής καμπύλης φορτίου, ώστε να χρησιμοποιηθούν οι αντίστοιχοι ολοκληρωτικοί τύποι.

Επίσης είναι αναγκαίο να τονισθεί ότι η εγκατάσταση ενός μετασχηματιστή δεν περιλαμβάνει μόνο την εγκατάσταση της συσκευής του μετασχηματιστή, αλλά και ένα πλήθος άλλων στοιχείων, όπως αποζεύκτη, διακόπτη φορτίου, ακροκιβώτια κτλ., των οποίων το κόστος είναι αρκετά υψηλό. Επίσης δεσμεύεται χώρος για τον υποσταθμό και ο ηλεκτροτεχνίτης πρέπει να έχει την αντίστοιχη άδεια κατηγορίας ΣΤ' ειδικότητας, που του επιτρέπει την επίβλεψη και τη λειτουργία του υποσταθμού.

Αναλυτικότερα στον πίνακα 4.3 παρουσιάζουμε τα στοιχεία μίας τυπικής διάταξης μετασχηματιστή, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.11 που ακολουθεί.

α/α	Στοιχείο	Πλήθος	Κόστος δρχ./τεμ
1	Μετασχηματιστής ισχύος 250 kVA κατά DIN 45520	1	1.430.000
2	Ακροκιβώτια Μέσης Τάσης ξηρού τύπου εσωτερικού χώρου	9	17.000
3	Αλεξικέραυνα γραμμής	3	61.000
4	Ασφαλειοαποζεύκτης με γειωτή, 24 kV, 630 A, 16 kA με πηνίο εργασίας, βοηθητικές επαφές, χειριστήριο	1	741.000
5	Λοιπά εξαρτήματα ασφαλειοαποζεύκτη	1	55.900
6	Διακόπτης φορτίου, 24 kV, 630 A, 16 kA με χειριστήριο	2	439.000
7	Μονοπολική Βάση Ασφαλειών 200 A, 24 kV	3	41.000
8	Ασφάλεια 6 A, 24 kV	6	26.000
9	Αγωγοί Μέσης Τάσης & Χάλκινοι Ζυγοί	~	100.000
10	Ασφαλειοαποζεύκτης 630 A, 400 V	1	74.000
11	Διακόπτης Φορτίου 630 A, 400 V	1	79.000
12	Αγωγοί, Ασφάλειες 630 A, 400V & λοιπά εξαρτήματα	~	80.000
Συνολικό Κόστος Ηλεκτρολογικού Υλικού για τον Ιδιωτικό Υποσταθμό ≈			4.050.000
13	Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου	~	300.000
14	Κόστος Μελέτης & Κατασκευής	~	1.500.000
15	Κόστος Παροχής Δ.Ε.Η. (μετρητές, συστήματα προστασίας, κτλ.)	~	2.050.000
Συνολικό Κόστος Ιδιωτικού Υποσταθμού ≈			7.900.000

Πίνακας 4.3 : Κατασκευαστικό Κόστος Μετασχηματιστή 250KVA της Χημικής Βιομηχανίας



Σχήμα 4.11 : Διάταξη Συνδεσμολογίας Μετασχηματιστή Ιδιωτικού Υποσταθμού

Στη συνέχεια λαμβάνοντας τις παραπάνω σχέσεις υπόψη μας και το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του μετασχηματιστή θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε, αν μας συμφέρει η μετάβαση σε τιμολόγιο μέσης τάσης.

Συγκεκριμένα αναφέρουμε ότι επιλέγουμε ένα μετασχηματιστή ονομαστικής ισχύος 250 KVA, τάσης βραχυκύκλωσης 4,0% με απώλειες σιδήρου ίσες με 630 Watt, απώλειες χαλκού υπό ονομαστικές συνθήκες 3.250 Watt και άεργο ισχύ μαγνήτισης -υπό κενό φορτίο- ίση με 1,5% της ονομαστικής ισχύος. Οπότε λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των τιμολογίων Γ22/B, B1B και B2B -σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στο δεύτερο παράρτημα- και το πρόγραμμα της παραγράφου Π 3.5 προκύπτει ότι με την προσθήκη του μετασχηματιστή και τη μετάβαση στο τιμολόγιο B1B ζημιωνόμαστε κατά 540.000 δρχ., ενώ με τη μετάβαση στο τιμολόγιο B2B ωφελούμαστε με 310.000 δρχ. ετησίως, ποσό όμως με το οποίο δεν καλύπτουμε ούτε σε άπειρα χρόνια απόσβεσης την αρχική μας επένδυση. Αν λάβουμε υπόψη μας και την προσθήκη πυκνωτών, αν και αυξάνονται το ποσό με το οποίο ωφελούμαστε κάθε έτος φθάνοντας στην καλύτερη περίπτωση με συντελεστή ισχύος 1,0 τις 439.000 δραχμές λόγω του συνολικού κόστους που ανέρχεται στα 8.500.000 δραχμές μαζί με τους πυκνωτές προκύπτει το συμπέρασμα ότι απόσβεση του κεφαλαίου θα πραγματοποιηθεί μέσα σε 40 χρόνια, οπότε πάλι απορρίπτεται λόγω οικονομικών κριτηρίων. Η όλη μελέτη έγινε με επιτόκιο 4,5% και σύμφωνα με τη σχέση (1.3-6) και τον πίνακα 1.1.

Ας εξετάσουμε όμως σενάρια επέκτασης της βιομηχανίας. Έστω λόγω αύξησης της ζήτησης η βιομηχανία αναγκάζεται να διπλασιάσει την παραγωγή της, τότε, αν λειτουργήσει με διπλές βάρδιες, διπλασιάζεται η καταναλισκόμενη ενεργός και άεργος ενέργεια των κινητήρων, ενώ η ζητούμενη μέγιστη καταγραφείσα ενεργός ισχύς παραμένει σταθερή. Οπότε σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο Π 3.5 προκύπτει ότι με την αλλαγή τιμολογίου από Γ22/B σε B2B χωρίς προσθήκη πυκνωτών πετυχαίνουμε απόσβεση του κεφαλαίου της εγκατάστασης του μετασχηματιστή σε 12 έτη, αφού κάθε έτος ωφελούμαστε κατά 774.000 δραχμές. Εγκαθιστώντας πυκνωτή είτε 40, είτε 60 kvar, ώστε να πετύχουμε συντελεστή ισχύος ίσο με 0,9 και 1,0 αντίστοιχα, ωφελούμαστε συνολικά σε ετήσια βάση κατά 843.000 και 917.500 δρχ. αντίστοιχα, οπότε η απόσβεση πραγματοποιείται σε 11 έτη παρά την αύξηση της αρχικής μας επένδυσης. Σημειώνουμε όμως ότι, αν μεταβαίναμε στο τιμολόγιο B1B, τα αντίστοιχα ωφέλη θα ήταν 264.000, 455.000 και 661.000 δραχμές αντίστοιχα -χωρίς πυκνωτή, με πυκνωτή 40 ή 60 kvar-, γι' αυτό δεν μας συμφέρει η χρήση, εφόσον υπάρχει το τιμολόγιο B2B.

Σ' αυτήν την περίπτωση θα προτείναμε τη μετάβαση στο τιμολόγιο μέσης τάσης B2B με εγκατάσταση ενός μετασχηματιστή 250 kVA και ενός πυκνωτή 40 kvar -η επίτευξη του συντελεστή ισχύος 0,9 είναι πρακτικά δυνατή.

Ένα δεύτερο σενάριο αύξησης της παραγωγής της βιομηχανίας είναι η επέκταση των εγκαταστάσεων των μηχανημάτων και η λειτουργία του εργοστασίου με μία βάρδια. Σ' αυτήν την περίπτωση δεν διπλασιάζεται μόνο η καταναλισκόμενη ενεργός και άεργος ενέργεια που ζητείται από τους κινητήρες, αλλά αυξάνεται και η αιχμή του φορτίου - λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή ετεροχρονισμού- κατά 70 kW. Οπότε σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο Π 3.5 προκύπτει ότι με την αλλαγή τιμολογίου από Γ22/B σε B2B χωρίς προσθήκη πυκνωτών πετυχαίνουμε απόσβεση του κεφαλαίου της εγκατάστασης του μετασχηματιστή σε 24 έτη, αφού κάθε έτος ωφελούμαστε κατά 512.000 δραχμές. Εγκαθιστώντας πυκνωτή είτε 100, είτε (100+20) kvar, ώστε να πετύχουμε συντελεστή ισχύος ίσο με 0,9 και 1,0 αντίστοιχα, ωφελούμαστε συνολικά σε ετήσια βάση κατά 641.000 και 780.500 δρχ. αντίστοιχα, οπότε η απόσβεση πραγματοποιείται σε 16 έτη και 14 έτη παρά την αύξηση της αρχικής μας επένδυσης, η οποία φθάνει αντιστοίχως τις 8.470.000 δρχ. και 8.706.000 δρχ.. Σημειώνουμε όμως ότι, αν μεταβαίναμε στο τιμολόγιο B1B, συνεχώς θα ζημιωνόμασταν -ακόμη και αν αντισταθμίζαμε την άεργο ισχύ μέχρι συντελεστή ισχύος 1. Εξαιτίας τούτων ακόμη και αν χρησιμοποιούσαμε τελικά το τιμολόγιο B2B, η επένδυση θα άρχισε να μας αποδίδει -πρακτικά- μετά από 16 χρόνια, συνεπώς δε θα προτείναμε την εφαρμογή του.

Ως τελικό συμπέρασμα καταλήγουμε ότι η αλλαγή του τιμολογίου από χαμηλή σε μέση τάση είναι ένα πιθανό μέτρο μείωσης του κόστους λειτουργίας, που εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το συσχετισμό ενεργού ενέργειας, μέγιστης καταγραφείσας ενεργού ισχύος και συντελεστή ισχύος. Στην παρούσα βιομηχανία αποκλείεται η εφαρμογή του με την υπάρχουσα ηλεκτρική συμπεριφορά της, διότι παρά το σημαντικό όφελος που θα έχουμε κάθε έτος, απαιτείται μεγάλη επένδυση, η οποία δε θα αποσβεστεί εγκαίρως.

4.4.2 Αλλαγή τιμολογίων από Γ22/B σε B1B και B2B

Βασική παραδοχή της όλης μελέτης μας είναι ότι αναφερόμαστε σε έναν εμπορικό μήνα -30 ημέρες-, ώστε να απλοποιηθούν από τις αντίστοιχες σχέσεις με τα κόστη οι συντελεστές αναγωγής λόγω διαφορετικών ημερών τιμολόγησης.

Το κόστος του τιμολογίου Γ22/B -σύμφωνα με τις σχέσεις (4.2.2-2) και (4.3.2-5)- προσδιορίζεται από την ακόλουθη σχέση κόστους :

$$K_{\Gamma 22B} = pag_{\Gamma 22B} + k_{\Gamma 22B} \cdot E + p_{\Gamma 22B} \cdot P \cdot \left[\frac{0,85}{\cos \varphi} \cdot (1 - u(\cos \varphi - 0,85)) + u(\cos \varphi - 0,85) \right] \quad (4.4.2-1)$$

όπου E είναι η καταναλισκόμενη ενέργεια, P η καταγραφείσα μέγιστη ενεργός ισχύς, $\cos \varphi$ ο συντελεστής ισχύος, $K_{\Gamma 22B}$ το τελικό κόστος του τιμολογίου Γ22/B, $pag_{\Gamma 22B}$ το αντίστοιχο πάγιο, $k_{\Gamma 22B}$ η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh και $p_{\Gamma 22B}$ η αντίστοιχη τιμή του ενός kW χρωστέας ζήτησης.

Το κόστος του τιμολογίου B1B -σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στο δεύτερο παράρτημα- προσδιορίζεται από την ακόλουθη σχέση κόστους :

$$K_{B1B} = k_{B1B-1} \cdot E \cdot u(400 \cdot P - E) + [k_{B1B-1} \cdot 400 \cdot P + k_{B1B-2} \cdot (E - 400 \cdot P)] \cdot u(E - 400 \cdot P) + p_{\Gamma 22B} \cdot P \cdot \left[\frac{0,80}{\cos \varphi} \cdot (1 - u(\cos \varphi - 0,8)) + (u(\cos \varphi - 0,8) - u(\cos \varphi - 0,85)) + \frac{0,85}{\cos \varphi} \cdot u(\cos \varphi - 0,85) \right] \quad (4.4.2-2)$$

όπου K_{B1B} το τελικό κόστος του τιμολογίου B1B, k_{B1B-1} η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh από τις πρώτες $400 \cdot P$, k_{B1B-2} η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh για τις υπόλοιπες πέρα από τις $400 \cdot P$ και p_{B1B} η αντίστοιχη τιμή του ενός kW χρωστέας ζήτησης.

Ομοίως διαμορφώνεται το κόστος του τιμολογίου B2B -σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στο δεύτερο παράρτημα- κατά την ακόλουθη σχέση κόστους :

$$K_{B2B} = k_{B2B} \cdot E + p_{\Gamma 22B} \cdot P \cdot \left[\frac{0,80}{\cos \varphi} \cdot (1 - u(\cos \varphi - 0,8)) + (u(\cos \varphi - 0,8) - u(\cos \varphi - 0,85)) + \frac{0,85}{\cos \varphi} \cdot u(\cos \varphi - 0,85) \right] \quad (4.4.2-3)$$

όπου K_{B2B} το τελικό κόστος του τιμολογίου B2B, k_{B2B} η αντίστοιχη τιμή της μίας kWh και p_{B2B} η αντίστοιχη τιμή του ενός kW χρωστέας ζήτησης.

Από την εξίσωση των αντίστοιχων σχέσεων μπορούμε να προσδιορίσουμε το συντελεστή χρησιμοποίησης ΣΧΡΣ της εγκατάστασης ως προς το συντελεστή ισχύος για διάφορα επίπεδα ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη μας ότι :

$$\Sigma \text{ΧΡ}\Sigma = \frac{E}{P \cdot T} \quad (4.4.2-4)$$

όπου T είναι ο χρόνος της περιόδου μελέτης σε ώρες, δηλαδή είναι ίσο με 720 ώρες.

Συγκεκριμένα από τη σύγκριση των τιμολογίων Γ22/B και B1B προκύπτει ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης -για τον οποίο τα κόστη των δύο τιμολογίων γίνονται ίσα- δίνεται από την ακόλουθη σχέση, εφόσον είναι μικρότερη του 0,555, -καθώς στις $400 \cdot P$ kWh το μήνα χρονικής διάρκειας T ίσης με 720 ώρες αλλάζει η τιμολόγηση της ενέργειας, όπου σ' εκείνο το σημείο ο συντελεστής χρησιμοποίησης $E/(P \cdot T)$ είναι ίσος με $400/720$:

$$\Sigma \chi \rho \Sigma = \frac{p_{B1B} \cdot \sigma \delta_{MT} - p_{\Gamma 22B} \cdot \sigma \delta_{\Gamma 22B}}{p a g_{\Gamma 22B} / E + k_{\Gamma 22B} - k_{B1B_1}} \cdot \frac{1}{T} \quad (4.4.2-5)$$

όπου $\sigma \delta_{MT}$ και $\sigma \delta_{\Gamma 22B}$ είναι οι συντελεστές διόρθωσης της καταγραφείσας μέγιστης ισχύς λόγω του συντελεστή ισχύος για τη μέση τάση και το τιμολόγιο Γ22B αντίστοιχα, οι οποίοι δίνονται από τις σχέσεις :

$$\sigma \delta_{MT} = \left[\frac{0,80}{\cos \varphi} \cdot (1 - u(\cos \varphi - 0,8)) + (u(\cos \varphi - 0,8) - u(\cos \varphi - 0,85)) + \frac{0,85}{\cos \varphi} \cdot u(\cos \varphi - 0,85) \right] \quad (4.4.2-6)$$

$$\sigma \delta_{\Gamma 22B} = \left[\frac{0,85}{\cos \varphi} \cdot (1 - u(\cos \varphi - 0,85)) + u(\cos \varphi - 0,85) \right] \quad (4.4.2-7)$$

Αν ο συντελεστής χρησιμοποίησης ξεπεράσει την τιμή 0,555, τότε θα δίνεται από τη σχέση:

$$\Sigma \chi \rho \Sigma = \frac{p_{B1B} \cdot \sigma \delta_{MT} - p_{\Gamma 22B} \cdot \sigma \delta_{\Gamma 22B} - 400 \cdot (k_{B1B_1} - k_{B1B_2})}{p a g_{\Gamma 22B} / E + k_{\Gamma 22B} - k_{B1B_2}} \cdot \frac{1}{T} \quad (4.4.2-8)$$

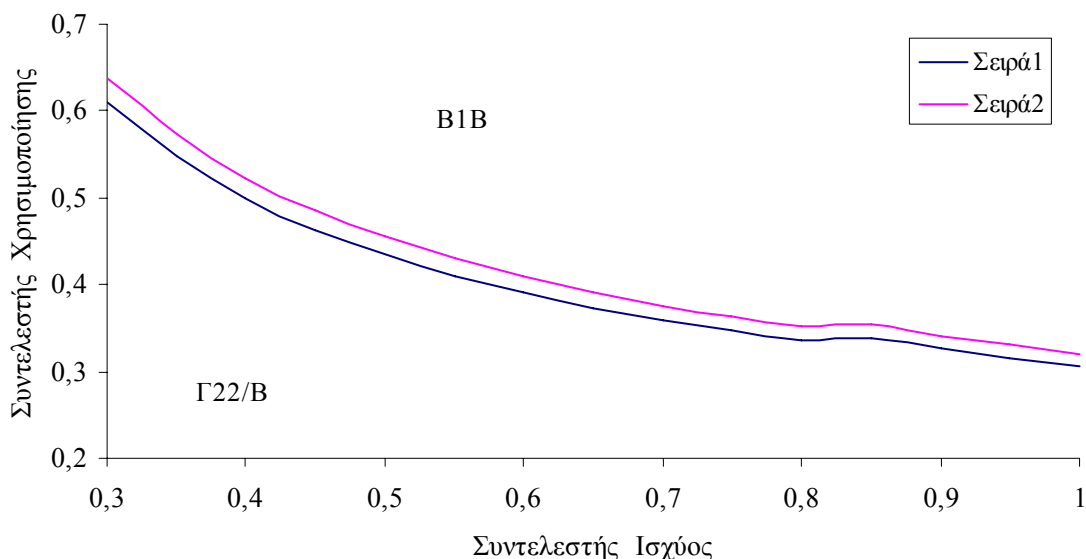
Η όλη παραπάνω μελέτη αγνοεί την επίδραση του μετασχηματιστή στην ενεργό και άεργο ενέργεια και στη μέγιστη καταγραφείσα ισχύ, την οποία όμως έχουμε λάβει υπόψη μας στη μελέτη της χημικής βιομηχανίας. Επίσης θεωρούμε ότι δεν ενεργοποιείται σε κανένα από τα δύο τιμολόγια το ελάχιστο κόστος.

Με αντίστοιχο τρόπο και στηριζόμενοι στις ίδιες παραδοχές από τη σύγκριση των τιμολογίων Γ22/B και B2B προκύπτει ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης -για τον οποίο τα κόστη των δύο τιμολογίων γίνονται ίσα- δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

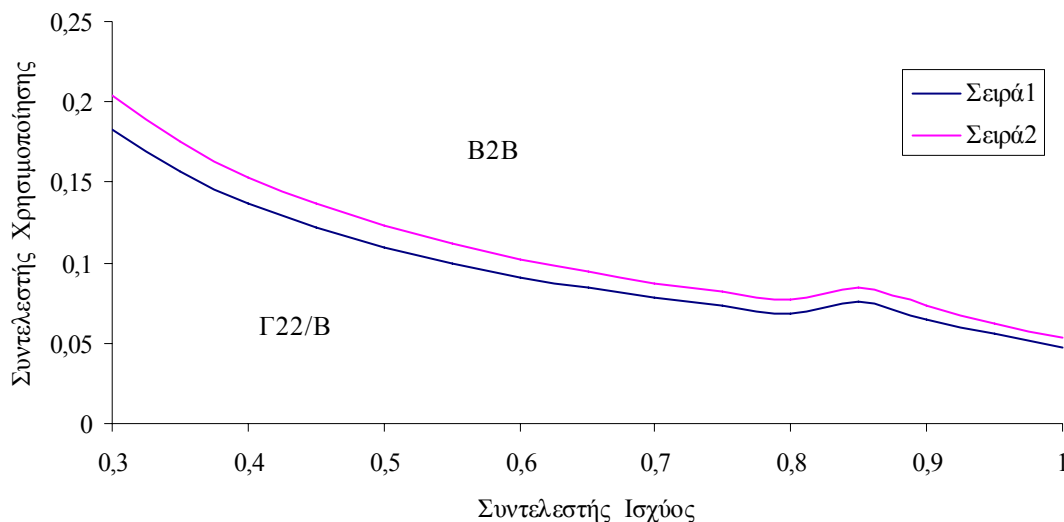
$$\Sigma \chi \rho \Sigma = \frac{p_{B2B} \cdot \sigma \delta_{MT} - p_{\Gamma 22B} \cdot \sigma \delta_{\Gamma 22B}}{p a g_{\Gamma 22B} / E + k_{\Gamma 22B} - k_{B2B}} \cdot \frac{1}{T} \quad (4.4.2-9)$$

Στη συνέχεια στα σχήματα 4.12 και 4.13 παρουσιάζουμε τις γραφικές παράστασεις του συντελεστή χρησιμοποίησης ως προς το συντελεστή ισχύος σε δύο επίπεδα ενέργειας - 1.000 και 100.000 kWh (σειρά 1 και σειρά 2) τα οποία όμως δεν διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο λόγω των πολύ κοντινών τιμών-, χάρη στις οποίες πραγματοποιείται η σύγκριση των τιμολογίων Γ22/B και B1B, Γ22/B και B2B αντίστοιχα. Αν το σημείο που προσδιορίζεται από τους συντελεστές χρησιμοποίησης και ισχύος είναι χαμηλότερα από την αντίστοιχη γραφική παράσταση, τότε μας συμφέρει να έχουμε τιμολόγιο Γ22/B, ενώ σε αντίθετη περίπτωση είναι καλύτερο το αντίστοιχο της μέσης τάσης. Βέβαια σε κάθε περίπτωση είναι αναγκαίο να καλύπτουμε τους περιορισμούς ισχύος, δηλαδή δεν μπορούμε

να ζητήσουμε παροχή χαμηλής τάσης μεγαλύτερη από τα 250 kVA, ακόμη και αν συνέφερε τιμολογιακά να έχουμε το Γ22/B. Αντίστοιχα παροχή μέσης τάσης μπορούμε να ζητήσουμε, εφόσον η ισχύς μπορεί να ξεπεράσει την αντίστοιχη της παροχής 6, δηλαδή τα 135 kVA, αν και επιτυγχάνεται σχετικά πιο εύκολα η παρουσίαση μεγαλύτερης ισχύς που απαιτεί μία βιομηχανία για να λειτουργήσει – «ρυθμίζοντας» κατάλληλα τους συντελεστές ταυτοχρονισμού.



Σχήμα 4.12 : Συντελεστής χρησιμοποίησης σε συνάρτηση με το συντελεστή ισχύος προς σύγκριση των τιμολογίων B1B και Γ22/B σε διάφορα επίπεδα ενέργειας



Σχήμα 4.13 : Συντελεστής χρησιμοποίησης σε συνάρτηση με το συντελεστή ισχύος προς σύγκριση των τιμολογίων B2B και Γ22/B σε διάφορα επίπεδα ενέργειας

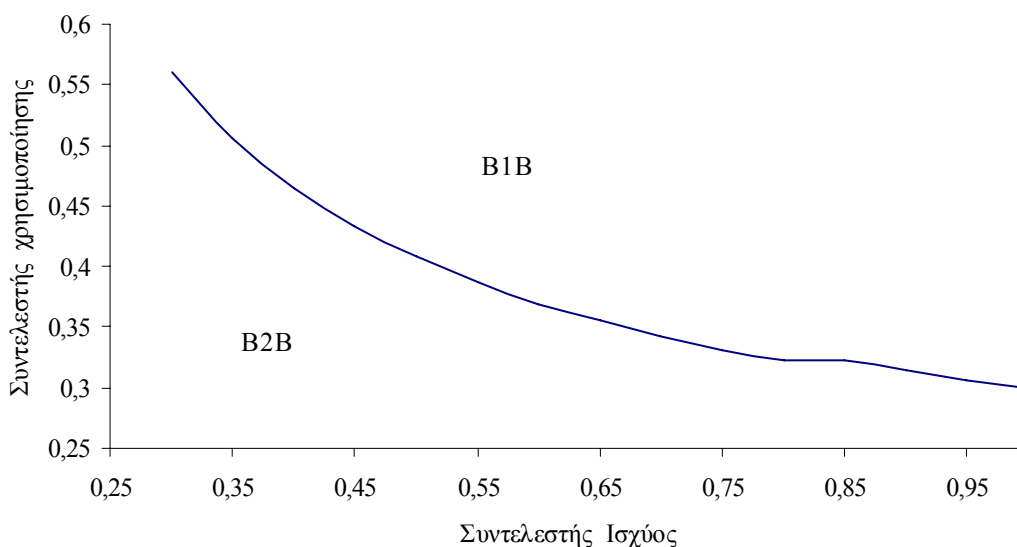
Πέρα όμως από τη σύγκριση των τιμολογίων μέσης τάσης B1B και B2B με το Γ22/B της χαμηλής τάσης, τίθεται το ερώτημα ανάμεσα στα δύο της μέσης τάσης ποιά θα προτιμήσουμε ανάμεσα στα δύο. Από τη σύγκριση των τιμολογίων B1B και B2B προκύπτει ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης -για τον οποίο τα κόστη των δύο τιμολογίων γίνονται

ίσα- δίνεται από την ακόλουθη σχέση, εφόσον είναι μικρότερη του 0,555, -για τους ίδιους λόγους που αναφέραμε στη σύγκριση των τιμολογίων B1B και Γ22/B- :

$$\Sigma\chi\rho\Sigma = \frac{(p_{B1B} - p_{B2B}) \cdot \sigma\delta_{MT}}{k_{B2B} - k_{B1B_1}} \cdot \frac{1}{T} \quad (4.4.2-5)$$

Αν ο συντελεστής χρησιμοποίησης ξεπεράσει την τιμή 0,555, τότε θα δίνεται από τη σχέση:

$$\Sigma\chi\rho\Sigma = \frac{(p_{B1B} - p_{B2B}) \cdot \sigma\delta_{MT} - 400 \cdot (k_{B1B_1} - k_{B1B_2})}{k_{B2B} - k_{B1B_2}} \cdot \frac{1}{T} \quad (4.4.2-8)$$



Σχήμα 4.14 : Συντελεστής χρησιμοποίησης σε συνάρτηση με το συντελεστή ισχύος προς σύγκριση των τιμολογίων B1B και B2B

Επίσης εκτός από την αλλαγή αυτών των τιμολογίων θα μπορούσαμε να μελετήσουμε και την περίπτωση του τιμολογίου Γ23/B απέναντι στα B1B και B2B, αν και σ'αυτήν την περίπτωση θα προέκυπταν πιο δύσκληστες καμπύλες λόγω του λόγου λ -ενέργεια μειωμένης τιμής προς τη συνολική-, γι' αυτό και δεν θα τις αναπαραστήσουμε.

4.4.3 Χωρητική αντιστάθμιση στα τιμολόγια B1B και B2B

Αν θεωρήσουμε δεδομένη τη μέγιστη ισχύ P που θα ζητά κάθε μήνα η βιομηχανία και λαμβάνοντας υπόψη ότι η χρέωση ισχύος εξαρτάται από το -μέσο μηνιαίο- συντελεστή ισχύος $\cos\phi_1$, τότε η αντίστοιχη μηνιαία μείωση του κόστους Δk_{B1B} και Δk_{B2B} για τα τιμολόγια B1B και B2B λόγω προσθήκης της απαιτούμενης χωρητικής αντιστάθμισης, ώστε ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi_2$ να είναι ίσος με 0,8 δίνεται από τις ακόλουθες σχέσεις :

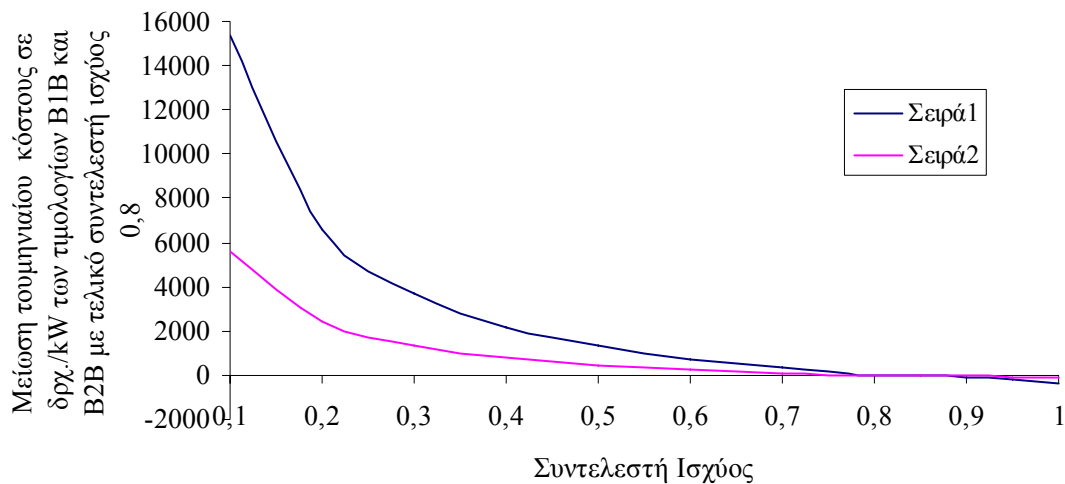
$$\Delta k_{B1B} = p_{B1B} \cdot [XZ - P] \quad (4.4.3-1)$$

$$\Delta k_{B2B} = p_{B2B} \cdot [XZ - P] \quad (4.4.3-2)$$

όπου p_{B1B} και p_{B2B} οι αντίστοιχες τιμές για τα τιμολόγια B1B και B2B σε δραχμές ενός kW χρωστέας ζήτησης XZ , η οποία ορίζεται από το γινόμενο της μέγιστης καταγραφείσας

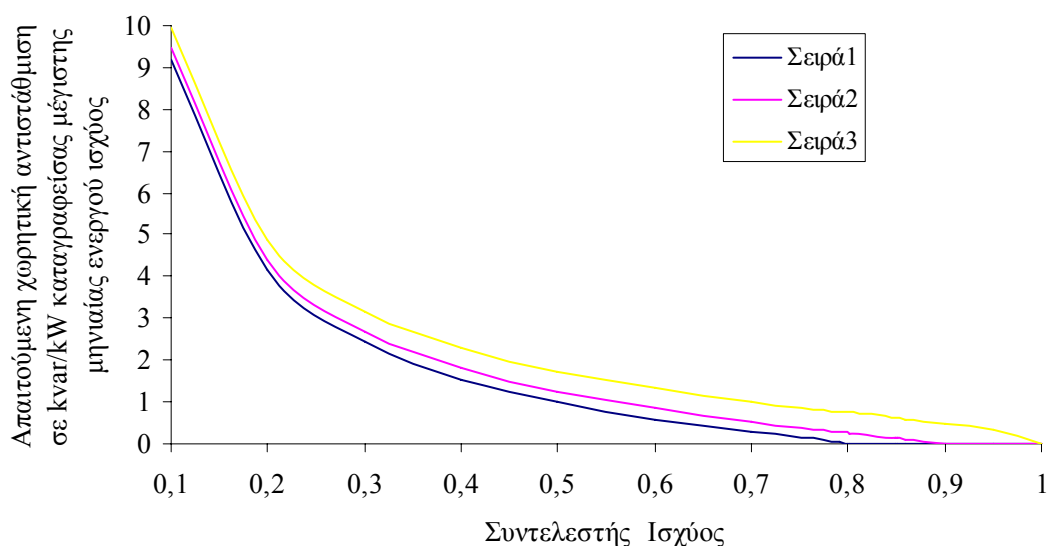
ενεργού ισχύος P με το συντελεστή διόρθωσης της καταγραφείσας μέγιστης ισχύς λόγω του συντελεστή ισχύος για τη μέση τάση, όπως δίνεται από τη σχέση (4.4.2-6).

Οι γραφικές παραστάσεις μείωσης του μηνιαίου κόστους ανά kW σε τιμές τιμολογίου B1B και B2B -σειρά 1 και σειρά 2- ως προς το συντελεστή ισχύος με τελική επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,8 είναι οι ακόλουθες :



Σχήμα 4.15 : Μείωση μηνιαίου κόστους τιμολογίων B1B & B2B σε δρχ./kW καταγραφείσας ενεργού ισχύος ως προς το αρχικό μέσο μηνιαίο συντελεστή ισχύος με επίτευξη τελικού 0,8

Επίσης η αντίστοιχη χωρητική αντιστάθμιση που απαιτείται για διάφορα επίπεδα τελικού συντελεστή ισχύος δίνεται από τη σχέση (4.2-3), οπότε η απαίτησης ισχύος χωρητικής αντιστάθμισης για επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,80, 0,90 και 1,00 -σειρές 1, 2 και 3 αντίστοιχα- παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα :



Σχήμα 4.16 : Απαιτούμενη ισχύς χωρητικής αντιστάθμισης σε kvar/kW καταγραφείσας ενεργού ισχύος για επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,80, 0,90 και 1,00 ως προς το αρχικό μέσο μηνιαίο συντελεστή ισχύος

Από τις πιο πάνω γραφικές παραστάσεις προκύπτει το συμπέρασμα ότι όσο χειρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος, τόσο μεγαλύτερο όφελος έχουμε από τη χωρητική

αντιστάθμιση, αλλά και μεγαλύτερη ανάγκη από μεγάλη ισχύ πυκνωτών. Ωστόσο αν συγκρίνουμε με την αντίστοιχη γραφική παράσταση του σχήματος 4.6 το οικονομικό όφελος έναντι του τιμολογίου Γ22/Β είναι σημαντικά μεγαλύτερο λόγω του μεγαλύτερου κόστους σε δρχ./kW της χρωστέας ισχύος -ιδιαίτερα στους χαμηλούς συντελεστές ισχύος.

4.5 Διαχείριση Φορτίου στη Χημική Βιομηχανία

Ένα από τα μέτρα μείωσης της αιχμής του φορτίου είναι η μετατόπιση του σε άλλες χρονικές περιόδους, χωρίς όμως να μειώσουμε τις υπηρεσίες και τα αγαθά που μας προσφέρει.

Ένα τέτοιο μέτρο για περιορισμό της αιχμής φορτίου το χειμώνα για την παρούσα χημική βιομηχανία ήταν η χρήση θερμοσυσσωρευτών, που, όπως αποδείχτηκε, ήταν αντιοικονομική λύση.

Άλλος τρόπος είναι η απόρριψη του θερμικού φορτίου, όταν ξεπερνάει μία συγκεκριμένη τιμή -παραδείγματος χάρη τα 80 kW, που είναι η αιχμή του φορτίου χωρίς τη λειτουργία κλιματιστικών και καλοριφέρ-, ώστε να την περιορίσουμε σ' αυτήν την τιμή, καθώς δε είναι επιτρεπτό να σταματήσουμε ούτε κάποια από τις μηχανές, είτε κάποια από τις υπόλοιπες συσκευές των γραφείων.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου θα χρησιμοποιήσουμε στον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα κατάλληλους ηλεκτρονόμους και έναν μετρητή ενεργού ισχύος, ώστε να αποκόπτουμε τη λειτουργία των κλιματιστικών, όταν ξεπεράσουμε τη συγκεκριμένη μέγιστη τιμή ισχύος που έχουμε ορίσει. Το συνολικό κόστος φθάνει τις 150.000 δραχμές λόγω του ηλεκτρονικών συσκευών μέτρησης ενέργειας, εύρεσης ισχύος -με τη βοήθεια του χρόνου ολοκλήρωσης- και ενεργοποίησης των ηλεκτρονόμων, όταν ξεπεράσει το όριο ισχύος.

Η αντίστοιχη ετήσια μείωση του κόστους λόγω ελάττωσης της μέγιστης μηνιαίας ισχύος στα 80 kW-αν λάβουμε υπόψη μας την αντίστοιχη κατανομή της στους διάφορους μήνες- είναι ίση με 10.240 δραχμές. Οπότε σε 23 έτη θα έχει γίνει απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου, το οποίο δεν είναι ικανοποιητικό, καθώς η όλη διάταξη έχει διάρκεια ζωής το μέγιστο 25 έτη. Εξαιτίας τούτου ως μέτρο μείωσης του κόστους του τιμολογίου υπό τις παρούσες συνθήκες δεν προτείνεται.

Η γενίκευση συμπερασμάτων από τη διαχείριση φορτίου δεν είναι εύκολη. Το μόνο βέβαιο είναι ότι, για να την πραγματοποιήσει κανείς, πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά την ηλεκτρική συμπεριφορά του καταναλωτή, ώστε να είναι σε θέση να προσδιορίσει την κατανομή του φορτίου και να διαπιστώσει αν είναι δυνατή η μετατόπισή του σε άλλες χρονικές περιόδους.

4.6 Τελικά Συμπεράσματα ως προς τα Τιμολογιακά Μέτρα

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάσαμε μία πληθώρα τιμολογιακών μέτρων για την υπό εξέταση χημική βιομηχανία και καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι με τις παρούσες συνθήκες λειτουργίας το μόνο μέτρο που πληρεί τα τεχνικοοικονομικά κριτήρια είναι η πραγματοποίηση χωρητικής αντιστάθμισης με έναν πυκνωτή 30 kvar. Μ' αυτόν τον τρόπο θα επιτευχθεί συντελεστής ισχύος της τάξης του 0,9 καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Παράλληλα μελετήθηκαν και άλλα τιμολογιακά μέτρα, όπως αλλαγή τιμολογίων και διαχείριση φορτίου, από τα οποία φάνηκαν καθαρά ότι η υλοποίηση ενός μέτρου επηρεάζεται σημαντικά από τη μείωση του κόστους που επιτυγχάνεται, από την ολική ηλεκτρική συμπεριφορά του καταναλωτή και από τα οικονομικά μεγέθη, όπως ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης και ο αποπληθωρισμένος συντελεστής αναγωγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

&

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

5.1 Τελικά Συμπεράσματα από την εφαρμογή Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας και Τιμολογιακών Μέτρων στη Χημική Βιομηχανία

Στηριζόμενοι στα όσα αναφέραμε στο προηγούμενα κεφάλαια καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για τη συγκεκριμένη βιομηχανία με τις παρούσες διαμορφωμένες τιμές στα ηλεκτρικά τιμολόγια, στο πετρέλαιο, στα κόστη των διαφόρων επενδυτικών προγραμμάτων και στον αποπληθωρισμένο συντελεστή αναγωγής τα μόνα μέτρα που δύνανται να εφαρμοστούν, καθώς επιτυγχάνουν στα τεχνικοοικονομικά κριτήρια, είναι τα ακόλουθα :

⇒ η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς, που αποτελεί μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας,

⇒ η χωρητική αντιστάθμιση με έναν πυκνωτή 30 kvar, ώστε να επιτευχθεί συντελεστής ισχύος ίσος με 0,9 καθ'όλη τη διάρκεια του έτους. Αποτελεί κατά κύριο λόγο τιμολογιακό μέτρο, αν και υπάρχει και μία μικρή εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της μείωσης των ωμικών απωλειών πάνω στους αγωγούς και στα υπόλοιπα ηλεκτρικά στοιχεία λόγω μείωσης και της φαινομένης ισχύος.

Τα υπόλοιπα μέτρα μπορούν να εφαρμοστούν, είτε αν βρεθεί τρόπος μείωσης της αρχικής επένδυσης, όπως με τα διάφορα προγράμματα συγχρηματοδότησης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε αν μεταβληθούν οι τιμές χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος, κάτι που αναμένεται να συμβεί λόγω της προσεχούς απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, είτε αν μεταβληθούν οι τιμές των άλλων καυσίμων -πετρελαίου-, είτε αν χρησιμοποιηθούν νέα καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο.

Σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να γίνει επανεξέταση των οικονομικών κριτηρίων, αν αλλάξουν οι συνθήκες και οι παραδοχές, κάτω από τις οποίες έγιναν οι αρχικοί υπολογισμοί, για να ληφθεί η τελική απόφαση εφαρμογής ή όχι του εκάστοτε μέτρου.

5.2 Τελικά Συμπεράσματα από τη Γενική Εφαρμογή Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας και Τιμολογιακών Μέτρων

Τελικά η υλοποίηση ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας ή ενός τιμολογιακού μέτρου επηρεάζεται από τους ακόλουθους βασικούς παράγοντες, όπως φάνηκε από τα παραπάνω:

- ⇒ το συνολικό κόστος του έργου ως προς την επένδυση,
- ⇒ το αποπληθωρισμένο επιτόκιο αναγωγής i ,
- ⇒ τα λειτουργικά έξοδα χωρίς το μέτρο,

⇒ τα λειτουργικά έξοδα με το μέτρο,
⇒ τα χρήματα που εξοικονομούνται κάθε έτος από την εφαρμογή του μέτρου,
⇒ τη χρονική διάρκεια ζωής του έργου,
⇒ το χρόνο μέσα στον οποίο επιθυμούμε την απόσβεση της επένδυσης,
⇒ την ηλεκτρική και γενικότερα την ενεργειακή συμπεριφορά του καταναλωτή,
⇒ την πιθανή βελτίωση υπηρεσιών ή λειτουργιών της επιχείρησης λόγω υλοποίησης του μέτρου.

5.3 Περιοχές για Περαιτέρω Έρευνα

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια αυτής της εργασίας, αν και απαντήθηκαν ορισμένα ερωτήματα, δημιουργήθηκαν μία σειρά νέων προβλημάτων, που προστέθηκαν στα όσα έμειναν άλυτα.

Συγκεκριμένα δεν μπορέσαμε να εφαρμόσουμε κάποιο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας στην ίδια την παραγωγική διαδικασία που υλοποιείται στη χημική βιομηχανία λόγω έλλειψης εξειδικευμένων γνώσεων γύρω από αυτήν.

Επίσης γίνεται φανερό η ανάγκη για τη συστηματική καταγραφή των αποτελεσμάτων μελέτης των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και των τιμολογιακών μέτρων, όπως πραγματοποιήσαμε σε κάποιο βαθμό με τη σύγκριση των τιμολογίων Γ21/Β, Γ22/Β, Γ23/Β, Β1Β και Β2Β μεταξύ τους ως προς τους συντελεστές ισχύος και χρησιμοποίησης, ως προς την καταναλισκόμενη ενεργό και άεργο ενέργεια και ως προς την καταγραφείσα μέγιστη ισχύ. Ακόμη η σύγκριση των τιμολογίων μπορεί να επεκταθεί στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα, όπως και η εφαρμογή των κοινών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με ηλεκτρονικούς.

Τέλος είναι αναγκαίο να προσδιοριστεί με συστηματικό τρόπο η επίδραση των οικονομικών μεγεθών στην αξιολόγηση των μέτρων και ιδιαίτερα μέσα στα πλαίσια της μελλοντικής απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΡΩΤΟ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Π 1.1 Βασική Περιγραφή Καταγραφής Στοιχείων

Στο παρόν παράρτημα υπάρχει η εκτενής καταγραφή των ηλεκτρικών στοιχείων μίας χημικής βιομηχανίας, τόσο σε επίπεδο μηχανημάτων και εξοπλισμού γραφείων, όσο και σε επίπεδο ενεργειακής συμπεριφοράς.

Τονίζουμε ότι η βιομηχανική μονάδα αποτελείται από τρία βασικά μέρη :

- την κυρίως βιομηχανική μονάδα μαζί με τους αντίστοιχους αποθηκευτικούς χώρους,
- τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας και του προσωπικού,
- τα διαμερίσματα των φυλάκων – ουσιαστικά είναι ένα δωάρι και μία γκαρσονιέρα που χρησιμοποιούνται από τα μέλη της οικογένειας που έχουν αναλάβει τη φύλαξη του εργοστασίου.

Βασικά χαρακτηριστικά όλης της βιομηχανικής μονάδας είναι ότι η θέρμανση και ο κλιματισμός των γραφείων και των διαμερισμάτων είναι ηλεκτρικός, η θέρμανση του χώρου παραγωγής στους 22°C -που είναι απαραίτητο για την παραγωγική διαδικασία- γίνεται μέσω λέβητα με καυστήρα πετρελαίου και η όλη παραγωγική διαδικασία δεν απαιτεί χρήση ατμού ή άλλων καυσίμων πέρα της ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης ο φωτισμός γίνεται σχεδόν παντού με λάμπες φθορισμού, ενώ από πλευράς κτηριακής υποδομής το τμήμα των γραφείων και των διαμερισμάτων τηρούν στοιχειώδεις αρχές θερμομόνωσης, ενώ στο υπόλοιπο εργοστάσιο δεν έχει ληφθεί κάποια ιδιαίτερη μέριμνα ως προς αυτό το θέμα.

Ακόμη οι περισσότερες μηχανές είναι νέες -έγινε πριν από ένα έτος μία μεγάλη ανανέωση του εξοπλισμού του εργοστασίου- με αρκετά υψηλή απόδοση.

Τέλος ο τρόπος καταγραφής των μηχανημάτων και των σχετικών πληροφοριών έχει γίνει με βάση τις οδηγίες του Κ.Α.Π.Ε.[Φ1], [Φ2].

Π 1.2 Καταγραφή Ενεργειακής Συμπεριφοράς

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε αναλυτικά τα δεδομένα που συλλέξαμε κατά την καταγραφή των μηχανημάτων και των διαφόρων συσκευών από τη βιομηχανία και τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η..

Σημειώνουμε ότι ήταν δυνατή η εύρεση των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας μόνο για το έτος 1999 και πέρα. Επίσης, αν και ήταν αναγκαίο να είχαμε και τα αντίστοιχα τιμολόγια πετρελαίου, το τελευταίο δεν έγινε δυνατό, με συνέπεια να εξαιρεθεί από την υπόλοιπη μελέτη το πετρέλαιο θέρμανσης για το τμήμα παραγωγής.

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

Όνομασία Επιχείρησης	Ι.Ε.ΣΑΚΑΛΑΚΗΣ Α.Ε.Β.Ε.
Κλάδος Επιχείρησης	ΧΗΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ
Τύπος Προϊόντων	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΦΡΩΔΟΥΣ ΥΛΙΚΟΥ
Διεύθυνση	Κορωπί
Τηλέφωνο	-
Υπεύθυνοι Συνεργάτες	
Όνομα	Βασιλείου Δημήτριος
Θέση	Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.
Όνομα	Μπεθάνης Θεόφιλος
Θέση	Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.
Χαρακτηριστικά Επιχείρησης	
Επιφάνεια Χώρου Παραγωγής	6000
Όγκος Χώρου Παραγωγής	
Ώρες/Μέρα Λειτουργίας	8
Μέρες/Εβδομάδα Λειτουργίας	5
Εβδομάδες/Ετος Λειτουργίας	50
Επιφάνεια Χώρου Γραφείων	150 + 50
Όγκος Χώρου Γραφείων	450 + 150

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΤΩΝ 3 ΤΕΛΕΥΤΑΙΩΝ ΕΤΩΝ

Έτος	Μήνας	Ηλ. Ενέργ. kWh	Μαζούτ 1,5 (tn)	Μαζούτ 3,5 (tn)	DIESEL (lt)	Φωταέριο (m ³)	Υγραέριο (kgr)	Στ.Καυσ.	Άλλο
2000	1	14800	*	*	*	0	0	0	0
2000	2	15080	*	*	*	0	0	0	0
2000	3	13280	*	*	*	0	0	0	0
2000	4	10360	*	*	*	0	0	0	0
Σύνολο Έτους									

Αναγκαία η ύπαρξη ενός τιμολογίου της ΔΕΗ

Έτος	Μήνας	Ηλ. Ενέργ. kWh	Μαζούτ 1,5 (tn)	Μαζούτ 3,5 (tn)	DIESEL (lt)	Φωταέριο (m ³)	Υγραέριο (kgr)	Στ.Κανσ.	Άλλο
1999	1	15080	*	*	*	0	0	0	0
1999	2	9840	*	*	*	0	0	0	0
1999	3	8640	*	*	*	0	0	0	0
1999	4	11680	*	*	*	0	0	0	0
1999	5	7760	*	*	*	0	0	0	0
1999	6	13040	*	*	*	0	0	0	0
1999	7	9920	*	*	*	0	0	0	0
1999	8	9200	*	*	*	0	0	0	0
1999	9	17040	*	*	*	0	0	0	0
1999	10	19160	*	*	*	0	0	0	0
1999	11	20480	*	*	*	0	0	0	0
1999	12	18480	*	*	*	0	0	0	0
Σύνολο Έτους		160680	*	*	*	0	0	0	0

Αναγκαία η ύπαρξη ενός τιμολογίου της ΔΕΗ

Έτος	Μήνας	Ηλ. Ενέργ. kWh	Μαζούτ 1,5 (tn)	Μαζούτ 3,5 (tn)	DIESEL (lt)	Φωταέριο (m ³)	Υγραέριο (kgr)	Στ.Κανσ.	Άλλο
1998	1	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	2	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	3	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	4	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	5	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	6	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	7	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	8	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	9	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	10	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	11	*	*	*	*	0	0	0	0
1998	12	*	*	*	*	0	0	0	0
Σύνολο Έτους		*	*	*	*	0	0	0	0

Αναγκαία η ύπαρξη ενός τιμολογίου της ΔΕΗ

Έτος	Μήνας	Ηλ. Ενέργ. kWh	Μαζούτ 1,5 (tn)	Μαζούτ 3,5 (tn)	DIESEL (lt)	Φωταέριο (m ³)	Υγραέριο (kgr)	Στ.Κανσ.	Άλλο
1997	1	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	2	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	3	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	4	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	5	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	6	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	7	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	8	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	9	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	10	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	11	*	*	*	*	0	0	0	0
1997	12	*	*	*	*	0	0	0	0
Σύνολο Έτους		*	*	*	*	0	0	0	0

Αναγκαία η ύπαρξη ενός τιμολογίου της ΔΕΗ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ**Α. ΠΑΡΑΓΩΓΗ**

Η ανάλυση αυτή αποσκοπεί στο να δώσει μία πρώτη εικόνα για την παραγωγική διαδικασία της επιχείρησης, ώστε να εντοπιστούν οι ιδιαίτερα ενεργοβόρες μονάδες.

Αριθμός Γραμμών Παραγωγής = 2

Μηχανήματα που είναι κοινά σε όλες τις γραμμές παραγωγής

A/A	Είδος Μηχανήματος	Ονομ. Μηχαν. Ισχύς (kW)	Ισχύς Λειτ. (kW)	Φαιν. Ισχύς (kVA)	Τάση (Volt)	Σ.Ι.	H	Ωρες/Μέρα
1	Μεγάλη Μηχανή Παραγωγής	60	65,93	77,57	380-dc	0,85	0,91	0,7
2	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού							
2 α	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού	5,5	6,62	8,28	380	0,80	0,83	0,7
2β	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού	3,0	3,70	4,63	380	0,80	0,81	0,7
2γ	Μηχανή Παραγωγής Καλουπωτού	3,0	3,70	4,63	380	0,80	0,81	0,7
3	Αντλία Δεξαμενών	4,0	4,82	6,10	380	0,79	0,83	0,5
4	Αντλία Δεξαμενών	4,0	4,82	6,10	380	0,79	0,83	0,5
5	Αντλία Δεξαμενών	4,0	4,82	6,10	380	0,79	0,83	0,5
7	Θερμοσίφωνας	6,0	6,0	6,0	220	1,00	1,00	1,0
8	Αντλία Ανάμειξης	0,204	0,344	0,484	220	0,69	0,61	1,0
9	Κοπτική Ταινία Παραγωγής	2,260	2,860	3,488	380	0,82	0,79	0,7
10	Κοπτική Ταινία Παραγωγής	2,260	2,860	3,488	380	0,82	0,79	0,7

Σημειώνουμε ότι ουσιαστικά υπάρχουν δύο μηχανήματα παραγωγής, το μεγάλο μηχάνημα -νούμερο 1- μέσω του οποίου γίνεται η παραγωγή των block αφρώδους υλικού, και ένα μικρότερου μεγέθους -νούμερο 2- μέσω του οποίου γίνεται η παραγωγή καλουπωτού υλικού συγκεκριμένης μορφής.

Τα υπόλοιπα μηχανήματα της πιο πάνω κατηγορίας χρησιμοποιούνται σε βοηθητικές εργασίες της παραγωγικής δραστηριότητας.

Επίσης τα στοιχεία που είναι με έντονη γραμματοσειρά έχουν προκύψει άμεσα από την καταγραφή είτε μέσω της πινακίδας αναγραφής των στοιχείων, είτε μέσω στοιχειωδών πράξεων από άλλα δεδομένα –όπως έχοντας ως δεδομένα τάση λειτουργίας, ρεύμα κινητήρα και συνδεσμολογία με ένα απλό γινόμενο προκύπτει η φαινομένη ισχύς της μηχανής. Τα στοιχεία με απλή γραμματοσειρά προέρχονται είτε μέσω κατάλληλης αριθμητικής επεξεργασίας, είτε από χρήση πινάκων κατασκευαστών μηχανών [Ε1].

Μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές γραμμές παραγωγής

A/A	Είδος Μηχανήματος	Ονομ. Μηχαν. Ισχύς (kW)	Ισχύς Λειτ. (kW)	Φαιν. Ισχύς (kVA)	Τάση (Volt)	Σ.Ι.	η	Ωρες/Μέρα
1	Αυτόματη Περιστροφική Μηχανή Τύπου CARROUSEL	5,6	7	8,75	****	0,8	0,8	6
2	Αυτόματη Μηχανή Οριζόντιας Κοπής Αφρώδους Υλικού Μεγάλου Μήκους		5					
2 ^α	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	1,5	2,5	3,05	380	0,82	0,6	7
2β	κινητήρες συνεχούς ρεύματος	2,0	2,5		dc 48	*	0,8	2
3	Ηλ. Παντογράφος Κοπής & Διαμόρφωσης αφρώδους Υλικού							
3 ^α	Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	2,238	2,83	3,454	380	0,82	0,79	3
3β	κινητήρες συνεχούς ρεύματος	0,477	0,682	*	dc 48	*	0,70	3
4	Κάθετη Μηχανή με Κοπτική Λάμας σε συνδυασμό με κατακόρυφο παντογράφο	4	5,01	6,27	380	0,80	0,80	4
5	Μηχανή Ακτινικής Κοπής	3	3,846	5,2	380	0,74	0,78	Σπάνια
6	Ηλ. Παντογράφος Κοπής & Διαμόρφωσης αφρώδους υλικού							
6 ^α	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	2,14	2,71	3,30	380	0,82	0,79	6
6β	κινητήρες συνεχούς ρεύματος	0,487	0,696	*	dc 49	***	0,70	6
7	Μηχανή Κοπής Ρολό							Σπάνια
7 ^α	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	0,75	1,12	1,44	380	0,78	0,66	Σπάνια
7β	κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος	0,68	0,97	1,45	380	0,67	0,70	Σπάνια
8	Κάθετη Κοπτική	1,52	2,0	2,633	380	0,76	0,76	7
9	Κάθετη Κοπτική	1,52	2,0	2,633	380	0,76	0,76	7
10	Κάθετη Κοπτική	1,52	2,0	2,633	380	0,76	0,76	7
11	Κάθετη Κοπτική	1,52	2,0	2,633	380	0,76	0,76	7
12	Κάθετη Κοπτική	1,52	2,0	2,633	380	0,76	0,76	7
13	Κάθετη Κοπτική	1,52	2,0	2,633	380	0,76	0,76	7
14	Οριζόντια Κοπτική	1,08	1,44	1,777	380	0,81	0,75	6
15	Ραπτική 1	0,70	0,99	1,32	220	0,75	0,71	7
16	Ραπτική 2	3,02	3,73	4,61	380	0,81	0,81	7
17	Τριβείο 1	18,5	20,56	23,36	380	0,88	0,90	6
18	Τριβείο 2	18,5	20,56	23,36	380	0,88	0,90	6
19	Δοχείο Τεμαχισμένου Υλικού για Ανάμειξης Αφρώδους παραγωγή Ribonded	7,5	8,82	11,03	380	0,80	0,85	

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν μηχανήματα που χρησιμοποιούνται μετά τη βασική παραγωγική διαδικασία προς το σχηματισμό και την τελική διαμόρφωση των προϊόντων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα διαγράμματα ροής των βασικών διεργασιών της παραγωγικής διεργασίας.

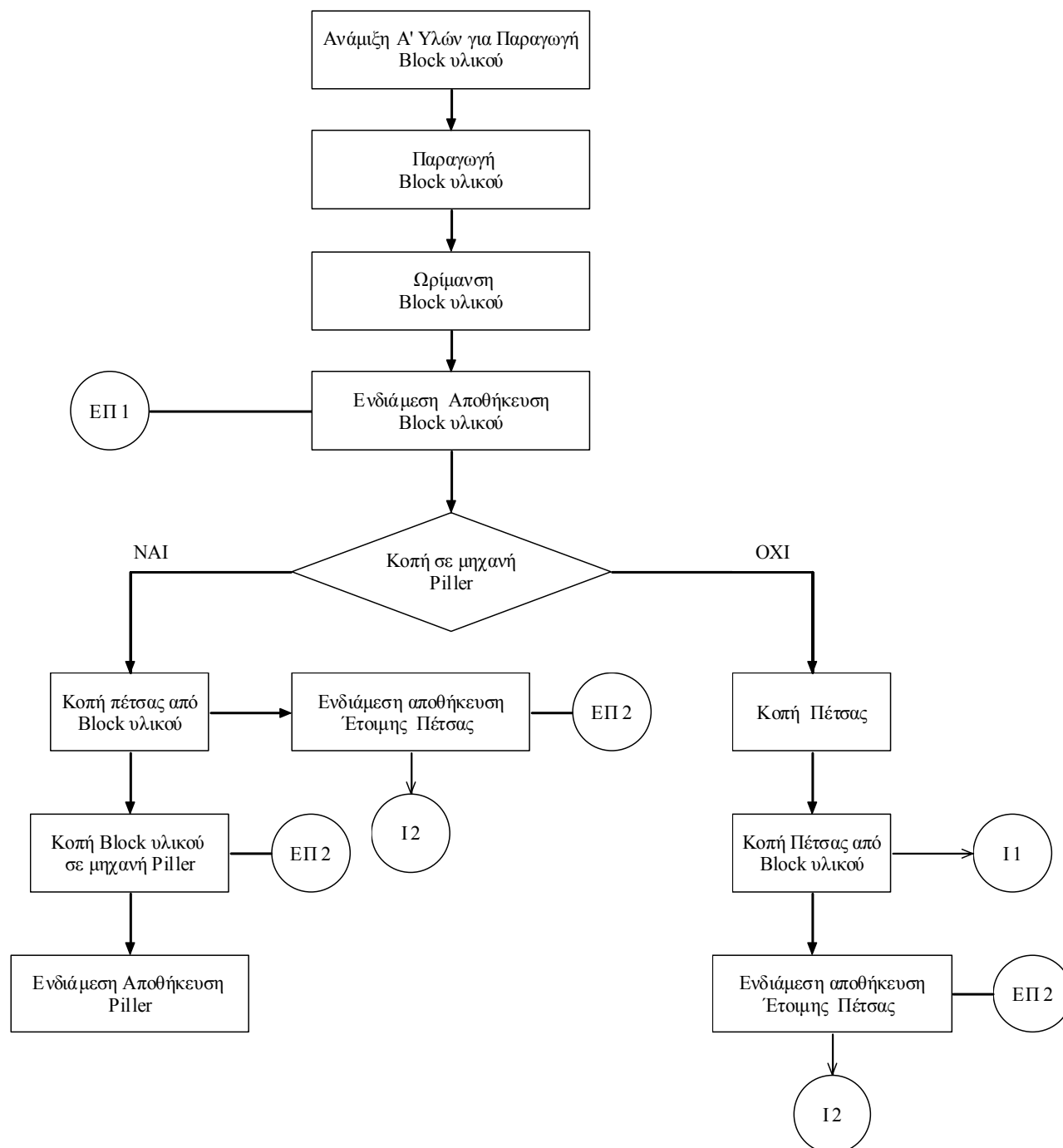
Αρχικά όμως θα αναφέρουμε τα βασικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα έχουμε ότι:

1. *Ανάμειξη Πρώτων Υλών* : Κατά το στάδιο αυτό αναμινγούνται όλες οι απαραίτητες πρώτες ύλες με βάση τις συνταγές των προϊόντων.
2. *Παραγωγή block Υλικού* : Κατά το στάδιο αυτό οι αναμειγμένες πρώτες ύλες διαμορφώνουν το ογκώδες block αφρώδους πλαστικού υλικού, που έχει μεγάλο μήκος.
3. *Ωρίμανση Αφρώδους Υλικού* : Το block αφρώδους πλαστικού υλικού ή το καλουπωμένο μείγμα πρώτων υλών πριν την περαιτέρω επεξεργασία «ωριμάζουν», για να σταθεροποιηθούν τα πολυμεριζόμενα υλικά.
4. *Ενδιάμεση Αποθήκευση Προϊόντων & Ρεταλιών Κοπής* : Τα ενδιάμεσα προϊόντα ή τα ρετάλια κοπής ενδέχεται να παραμείνουν προσωρινά αποθηκευμένα μέσα στους χώρους παραγωγής.
5. *Κοπή Πέτσας block Υλικού* : Μετά το πέρας της ενδιάμεσης αποθήκευσης του block υλικού, αποκόπτεται η πέτσα -λεπτή εξωτερική επιφάνεια block υλικού- σε μηχανή piller.
6. *Κοπή σε μηχανή piller* : Κατά το στάδιο αυτό το αφρώδες υλικό κόβεται σε λεπτό φύλλο μεγάλου μήκους.
7. *Τελική Κοπή σε Παντογράφο* : Στο στάδιο αυτό τα τεμάχια block υλικού ή τα προϊόντα ενδιάμεσης κοπής από block υλικού, μορφοποιούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών με τη δυνατότητα ποικιλίας σχημάτων και μεγεθών.
8. *Κοπή σε Κάθετες ή Οριζόντιες Μηχανές Κοπής* : Κόβονται οι διάφοροι όγκοι του αφρώδους υλικού σε κάθετες ή οριζόντιες μηχανές κόπης, ως τον τελικό υποβιβασμό μεγεθών και τη μορφοποίηση διαστάσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών.
9. *Παραγωγή Κολημένων Τεμαχίων* : Στο στάδιο αυτό, όπου απαιτείται, δημιουργείται με την προσθήκη κόλλας, ένα πολυστοιβαδικό τεμάχιο υλικού, το οποίο αποτελείται από επίπεδα τεμάχια αφρώδους υλικού.
10. *Θριμματισμός* : Τεμάχια αφρώδους υλικού που κυρίως, λόγω διαστάσεων δεν μπορούν να παραδοθούν στους πελάτες υπό άλλη μορφή -π.χ. ρετάλια κοπής-, υπόκεινται σε θριμματισμό σε τριβείο υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Το μέγεθος των σωματιδίων που θα προκύψουν εξαρτώνται από το μέγεθος των οπών του κοσκίνου που θα χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό των σωματιδίων κατά το θριμματισμό.
11. *Συσκευασία Θρίμματος* : Το ογκώδες προϊόν του θρίμματος συσκευάζεται σε πλαστικές σακούλες.
12. *Ανάμειξη Θρίμματος με Συγκολλητικό Μείγμα Πρώτων Υλών*: Στο στάδιο αυτό γίνεται η συγκόλληση των σωματιδίων του θρίμματος με τη χρήση συγκολλητικού μείγματος πρώτων υλών που ψεκάζεται πάνω στα σωματίδια και επιτυγχάνει τη συγκόλλησή τους για τη δημιουργία αναταγμένης μάζας θρίμματος.
13. *Καλούπωμα* : Το μείγμα της ανάμειξης πρώτων υλών χυτεύεται σε κατάλληλα καλούπια, ώστε να μορφοποιηθούν τα απαιτούμενα προϊόντα.
14. *Ξεκαλούπωμα* : Απομακρύνεται το μορφοποιημένο καλουπωτό προϊόν από το καλούπι χύτευσης μετά τη σταθεροποίησή του.

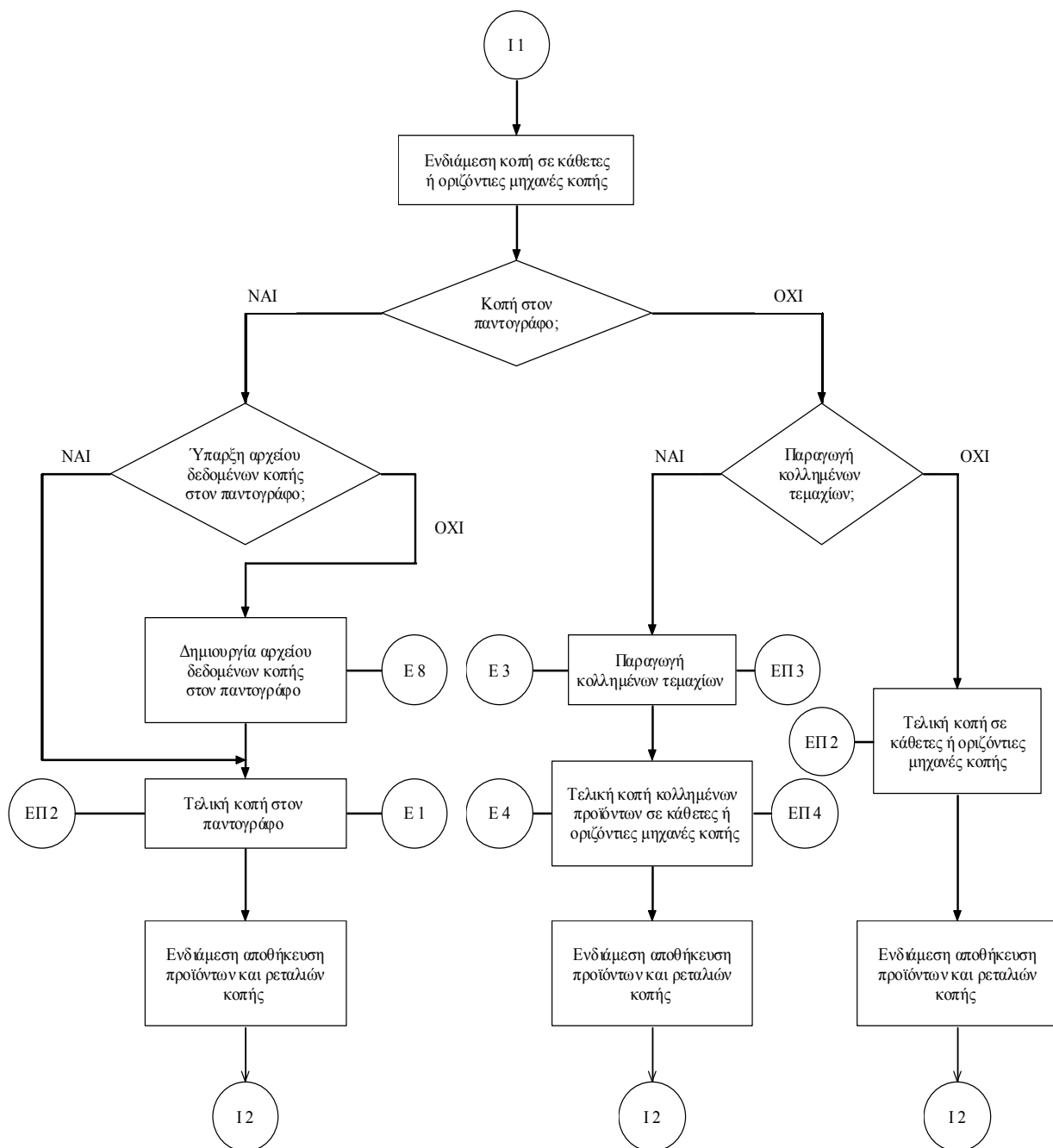
15. *Φινίρισμα Καλουπωτών Προϊόντων* : Τα προϊόντα που περνούν από το στάδιο καλουπώματος φινίρονται.
16. *Επένδυση Προϊόντων* : Τα διάφορα προϊόντα μπορούν να επενδυθούν με άλλα υλικά -όπως ύφασμα, καπιτονέ φόδρα- πριν από την παράδοσή τους στους πελάτες από εγκεκριμένους συνεργάτες-κατασκευαστές.
17. *Κατασκευή Καπιτονέ Φόδρας* : Στο τμήμα ραφής ράβονται υφάσματα και λεπτό φύλλο αφρώδους υλικού -piller- για την κατασκευή της καπιτονέ φόδρας.
18. *Έλεγχος Ποιότητας Προϊόντων* : Τα παραγόμενα προϊόντα ελέγχονται από τον υπεύθυνο παραγωγής (σημεία ελέγχου ΕΠ1 ως ΕΠ9) και από το προσωπικό παραγωγής (στα σημεία Ε1 ως Ε8), όπως αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

Σημείο Εφαρμογής	Είδος Ελέγχου
• ΕΠ1	- εργαστηριακή και μακροσκοπική επαναφορά υλικού - χρωματισμός & πυκνότητα
• ΕΠ2	- έλεγχος διαστάσεων - χρωματισμός
• ΕΠ3	- συγκόλληση
• ΕΠ4	- έλεγχος διαστάσεων - χρωματισμός & πυκνότητα (εργαστηριακά) - συγκόλληση
• ΕΠ5	- κοκκομετρία - χρωματισμός
• ΕΠ6	- κοκκομετρία - χρωματισμός - έλεγχος διαστάσεων - χρωματισμός & πυκνότητα (εργαστηριακά)
• ΕΠ7	- χρωματισμός & πυκνότητα (μακροσκοπικά) - σκληρότητα (μακροσκοπικά) - εμφάνιση 1
• ΕΠ8	- σύμπτωση διαστάσεων - ποιότητα ραφής
• ΕΠ9	- σύμπτωση διαστάσεων - ποιότητα ραφής - εμφάνιση 2
◊ Ε1	- έλεγχος διαστάσεων - χρωματισμός & πυκνότητα (μακροσκοπικά)
◊ Ε2	- κοκκομετρία - χρωματισμός
◊ Ε3	- συγκόλληση - χρωματισμός & πυκνότητα (μακροσκοπικά)
◊ Ε4	- έλεγχος διαστάσεων - χρωματισμός & πυκνότητα (μακροσκοπικά) - συγκόλληση
◊ Ε5	- κοκκομετρία - χρωματισμός - έλεγχος διαστάσεων - χρωματισμός & πυκνότητα (μακροσκοπικά)
◊ Ε6	- σκληρότητα - εμφάνιση 1 - χρωματισμός & πυκνότητα (μακροσκοπικά) - χρωματισμός & πυκνότητα (εργαστηριακά)
◊ Ε7	- σύμπτωση διαστάσεων - ποιότητα ραφής
◊ Ε8	- πρώτο τεμάχιο

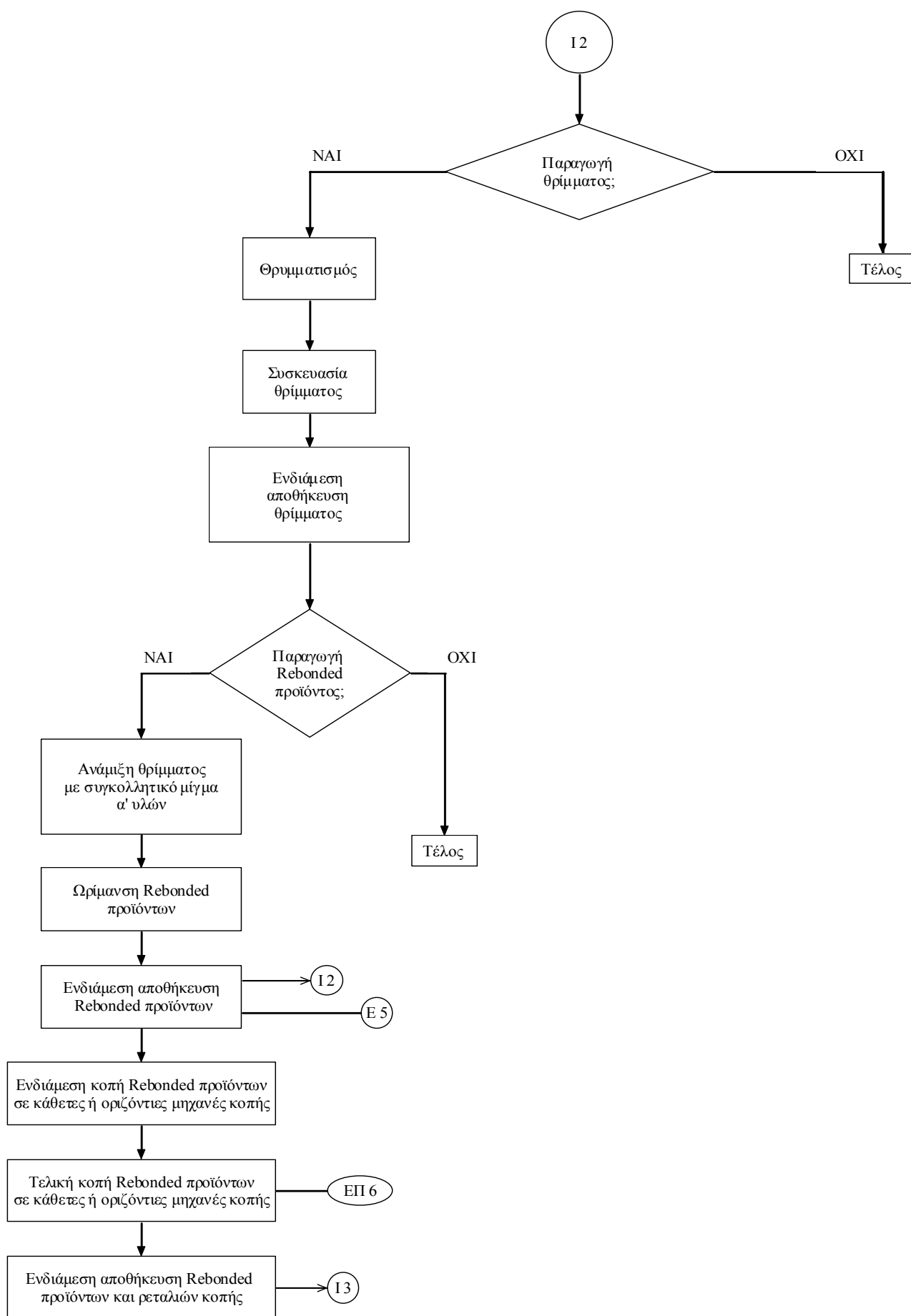
Πρώτα από όλα δείχνουμε τις φάσεις παραγωγής προϊόντων από το αρχικό block αφρώδους υλικού -σχήματα 1 ως 3. Τα σύμβολα I1 ως I3 δειχνουν τις διασυνδέσεις των διαγραμμάτων ροής μεταξύ τους.



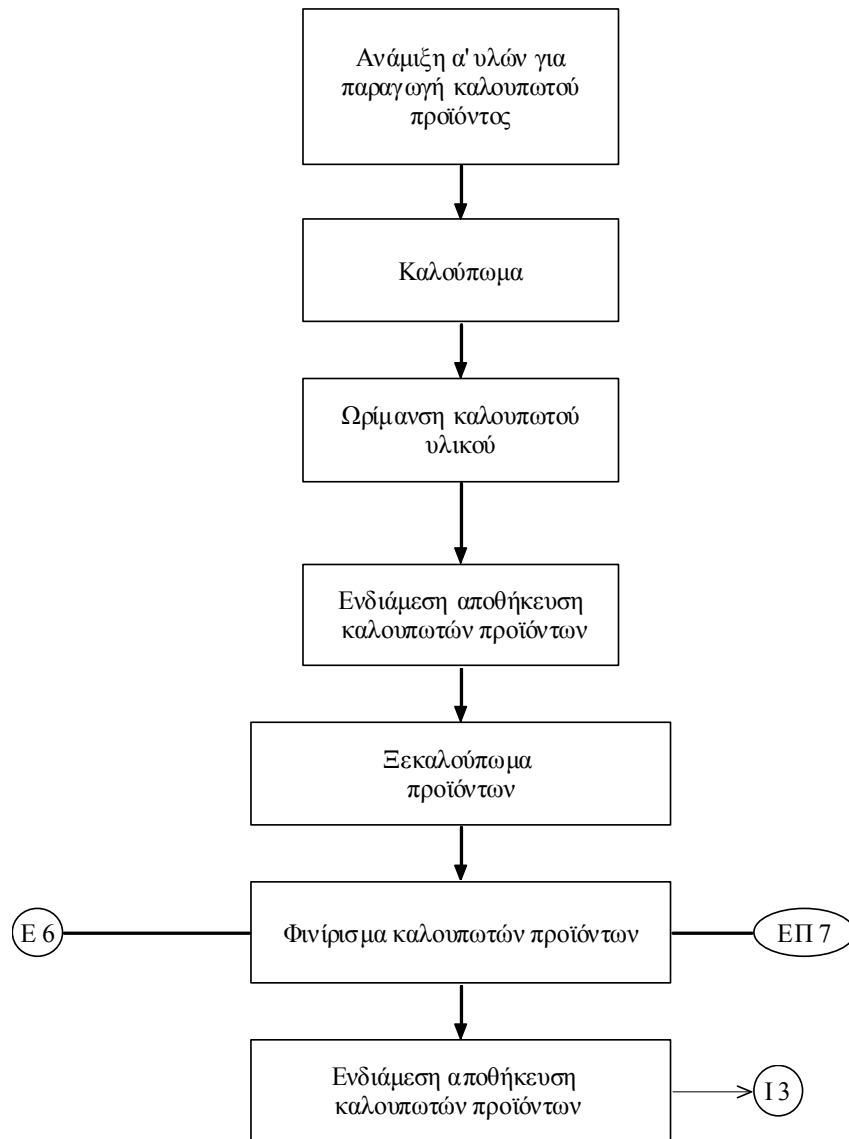
Σχήμα 1 : Φάσεις Παραγωγής Προϊόντων από αρχικό Block Αφρώδους Υλικού (τμήμα I)



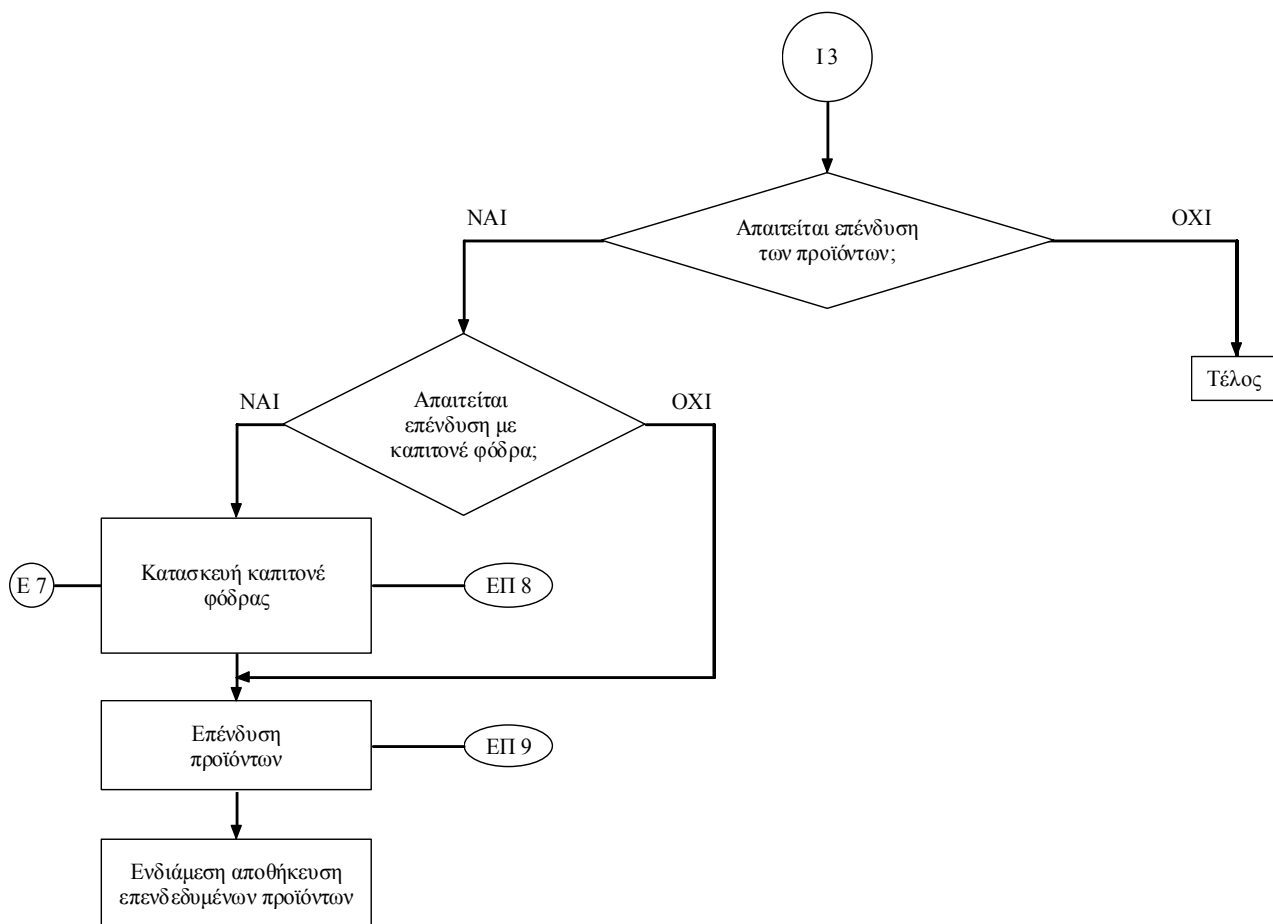
Σχήμα 2 : Φάσεις Παραγωγής Προϊόντων από αρχικό Block Αφρώδους Υλικού (τμήμα II)



Σχήμα 3: Φάσεις Παραγωγής Προϊόντων από αρχικό Block Αφρώδους Υλικού (τμήμα ΙΙΙ)



Σχήμα 4 : Φάσεις Παραγωγής Αφρώδους Πλαστικού Καλουπωτού



Σχήμα 5 : Φάσεις Παραγωγής Επενδεδυμένων Προϊόντων

Β. ΑΤΜΟΣ – ΧΡΗΣΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ολική Εγκατεστημένη Ισχύς : 0
 Συνολική Παραγωγή Ατμού : 0
 Ώρες Λειτουργίας / Μέρα : -
 Κατανάλωση μαζούτ κτλ/Μέρα : 0

A/A	Είδος Μηχανήματος	Εταιρεία	Ονομ. Ισχύς (kcal/h)	Ισχύς Λειτ. (kcal/h)	Απόδοση	Ώρες/Μέρα
1						
2						
3						

Γ. ΓΡΑΦΕΙΑ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Ολική Εγκατεστημένη Ισχύς για Θέρμανση-Κλιματισμό : 8,00/8,13 kW
 Ολική Εγκατεστημένη Ισχύς για Φωτισμό : 1,5 kW
 Ώρες Λειτουργίας / Μέρα : 8

A/A	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ονομ. Ισχύς (kW)	Ισχύς Λειτ. (kW)	Τάση (Volt)	Σ.Ι.	η	Ώρες/Μέρα
1	Κλιματιστικό	4	9000 BTU/h	0,91/0,92	220	0,90	-	8,5
2	Κλιματιστικό	2	12000 BTU/h	1,28/1,30	220	0,90	-	8,5
3	Κλιματιστικό	1	18000 BTU/h	1,80/1,85	220	0,90	-	8,5
4	Λαμ. Φθορισμού	20	0,058	0,0685	220	0,90	-	8,5
5	Λαμ. Φθορισμού	40	2*0,058	0,137	220	0,90	-	σπάνια
6	Λαμ. Πυράκτωσης	2	0,060	0,06	220	1,00	-	8,5
7	Ψυγείο	1	0,150	0,10	220	0,95	-	24
8	Υπολογιστές	7	0,250	0,150	220	1,00	-	8,5
9								
10								

Δ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ

Σύνολο Διαμερισμάτων : 2
 Ολική Εγκατεστημένη Ισχύς για Θέρμανση-Κλιματισμό : 10 kW
 Ολική Εγκατεστημένη Ισχύς για Φωτισμό : 0,7 kW

A/A	Είδος Μηχανήματος	Πλήθος	Ονομ. Ισχύς (kW)	Ισχύς Λειτ. (kW)	Τάση (Volt)	Σ.Ι.	η	Ώρες/Μέρα
1	Ηλεκτρικά Καλοριφέρ	5	2,0	2,0	220	0,95	-	12-13 χειμώνα
2	Λαμ. Φθορισμού	2	0,058	0,0685	220	0,90	-	2
3	Λαμ. Πυράκτωσης	10	0,060	0,06	220	1,00	-	2
4	Ψυγείο	1	0,150	0,10	220	0,90	-	24
5	Κουζίνα	1	6,0	4,0	220	1,00	-	παροδικά
6	Θερμοσίφωνα	1	4,0	4,0	220	1,00	-	παροδικά
7	Πλυντήριο	1	2,0	2,0	220	0,90	-	παροδικά

Ε. ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

A/A	Είδος Μηχανήματος	Καύσιμο	Ιπποδύναμη (HP)	Κατανάλωση	Απόδοση	Ώρες/Μέρα
1	Φορτηγό 1	ντίζελ	220	-	-	8
2	Φορτηγό 2	ντίζελ	150	-	-	8
3	Φορτηγό 3	ντίζελ	120	-	-	8
4	Φορτηγό 4	ντίζελ	60	-	-	8
5	Κλαρκ 1	-	-	-	-	8
6	Κλαρκ 2	-	-	-	-	8

ΣΤ. ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

A/A	Είδος Μηχανήματος	Καύσιμο	Ισχύς (kW)	Ιπποδ. Λειτ. (HP)	Κατανάλωση	Απόδοση	Ώρες/Μέρα
1	Λέβητας 1	πετρέλαιο θέρμανσης	290	*	*	*	*
2	Λέβητας 2	πετρέλαιο θέρμανσης	290	*	*	*	*
3							
4							
5							

Ζ. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Αναφέρατε πιθανές αλλαγές που μπορούν να αλλάξουν την εικόνα της παραγωγικής διαδικασίας, κατά το διάστημα που θα ακολουθήσει : ----

Αναφέρατε πιθανές επενδύσεις που έχουν γίνει μέχρι σήμερα για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη συμπαραγωγή .

- αγορά κατά το τελευταίο έτος νέων κινητήρων και συσκευών,
- αύξηση αυτοματοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας.

Σχόλια

Π 1.3 Αναλυτική Καταγραφή Χαρακτηριστικών Τιμολογίου Ηλεκτρικής Ενέργειας

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε αναλυτικά τα δεδομένα που συλλέξαμε από τα αναλυτικά τιμολόγια της Δ.Ε.Η. για τους μήνες 1/1999 ως 4/2000. Στη μελέτη μας θα στηριχθούμε στα δεδομένα μόνο του τελευταίου οκταμήνου, ώστε να ληφθούν υπόψη οι μεταβολές που έγιναν στη βιομηχανία λόγω της αγοράς των νέων κινητήρων.

Ημερομηνία Καταγραφής	Ημέρες Καταγρ.	Εργάσ. Ημέρες	Ενέργεια kWh	Αεργος Ενέργεια kvarh	Ισχύς KAZ kW	Αξία Ενέργειας δρχ.	Αξία Ισχύος δρχ.	Αξία με Φ.Π.Α. δρχ.
18.04.00	29	21	10360	7720	80	230096	39196	291504
20.03.00	32	21	13280	11040	88	294949	49616	372868
17.02.00	28	20	15080	6360	88	334927	39244	404749
20.01.00	31	21	14800	7960	80	328708	39531	398412
20.12.99	33	23	15080	9280	80	334927	42064	407911
17.11.99	30	21	9840	8120	68	218546	35850	275439
18.10.99	31	21	8640	7920	72	191894	41012	252252
17.09.99	30	22	11680	9520	72	259413	37762	321640
18.08.99	30	15	7760	6280	76	172350	39722	229729
19.07.99	31	21	13040	10680	80	289618	43402	360375
18.06.99	30	20	9920	9200	72	220323	39913	281746
19.05.99	28	20	9200	7720	76	204332	37619	261952
21.04.99	35	22	17040	8680	88	378458	49091	462560
17.03.99	29	20	19160	9240	92	425544	42494	506150
16.02.99	28	20	20840	9600	100	462856	44597	548694
19.01.99	34	21	18480	8400	92	410441	49855	497903

Από τα πιο πάνω στοιχεία μπορούν να προκύψουν εύκολα ο συντελεστής ισχύος –ως πηλίκο της αέργου ενέργειας προς την ενέργεια- και ο μέσος όρος ενέργειας και αέργου ενέργειας κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ημερών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΗΣ & ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

Π 2.1 Βασική Περιγραφή Βιομηχανικών Τιμολογίων Μέσης Τάσης

Τα ισχύοντα τιμολόγια πώλησεως ρεύματος σε βιομηχανικούς καταναλωτές υπό μέση τάση είναι Β1Β και Β2Β. Επίσης χορηγούνται από αρχές του 1997 τα Β15Β και Β25Β, αλλά λόγω της τελικά μεγαλύτερης τιμολόγησης του πελάτη δεν έχει χορηγηθεί σε κανέναν.

Η καταμέτρηση-έκδοση των λογαριασμών είναι μηνιαία για όλα τα τιμολόγια της ΜΤ ορίζοντας ως μήνα τιμολογίου τις 30 ημέρες. Αν για οποιονδήποτε λόγο η καταμέτρηση γίνει σε περίοδο διαφορετική από μήνα, γίνεται αναλογική χρέωση χρησιμοποιώντας τον συντελεστή A , όπου :

$$A = \text{ημέρες κατανάλωσης} / 30 \quad (\text{Π2.1-1})$$

Οι φυσικές ποσότητες που πρωτογενώς μετρώνται από τις μετρητικές διατάξεις είναι οι εξής:

◊ Η Πραγματική ή Ενεργός Ενέργεια σε kWh, την οποία θα συμβολίζουμε με E .

◊ Η Άεργος Ενέργεια σε kvarh, την οποία θα συμβολίζουμε με Q .

◊ Η Ισχύς, η οποία προκύπτει από την ενέργεια που μετράται κάθε δεκαπεντάλεπτο. Συγκεκριμένα ορίζονται τα δεκαπεντάλεπτα από τις χρονικές στιγμές 00:00, 00:15, 00:30, 00:45 κλπ. και μετράται στα χρονικά αυτά διαστήματα η καταναλωθείσα ενέργεια, η οποία, αν διαιρεθεί με το 0,25, προκύπτει η Μέση Ζήτηση Ισχύος του δεκαπεντάλεπτου αυτού. Οπότε κρατώντας κατά τη διάρκεια του μήνα τη μέγιστη ένδειξη βρίσκεται η *Καταγραφείσα Μέγιστη Ζήτηση του μήνα*.

Τα τιμολόγια Β1Β και Β2Β είναι διωνυμικά μίας ζώνης χρέωσης ενέργειας, διότι η χρέωση του ρεύματος αποτελείται από δύο μέρη, τη Χρέωση Ισχύος και τη Χρέωση Ενέργειας και η ενέργεια έχει την ίδια τιμή σε όλες τις ώρες. Δηλαδή :

$$\text{Συνολική Χρέωση} = \text{Χρέωση Ισχύος} + \text{Χρέωση Ενέργειας} \quad (\text{Π2.1-2})$$

Στη συνέχεια περιγράφουμε πως υπολογίζονται η χρέωση της ισχύος και της ενέργειας ενός βιομηχανικού πελάτη μέσης τάσης.

Π 2.1.1 Υπολογισμός χρέωσης ισχύος βιομηχανικού καταναλωτή μέσης τάσης τιμολογίου Β1Β ή Β2Β

Η Ζήτηση Ισχύος στα τιμολόγια Β1 και Β2 διακρίνεται ανάλογα με τη Χρονική Ζώνη που πραγματοποιείται σε:

◊ Ζήτηση ημέρας ZHM σε kW, που είναι η καταγραφείσα μέγιστη ζήτηση ισχύος κατά τη διάρκεια της ημέρας στο μήνα.

◇ Ζήτηση αιχμής *Z.AX* σε kW, που είναι η μέγιστη ζήτηση ισχύος κατά το τρίωρο αιχμής από τις 10.00 ως τις 13.00.

◇ Ζήτηση νύκτας *NYK* σε kW, που είναι η μέγιστη ζήτηση ισχύος κατά το 24ωρο της Κυριακής και των ωρών της νύκτας -από τις 22.00 ως τις 08.00, όπως αυτές ορίζονται από τη ΔΕΗ. Η ζήτηση νύκτας καταγράφεται προαιρετικά μετά από αίτηση του καταναλωτή με την οποία ζητάει να λάβει νυκτερινή απαλλαγή. Θα εξηγήσουμε παρακάτω τι σημαίνει αυτό.

Το μέγιστο εκ των *ZHM*, *Z.AX*, *NYK* είναι η καταγραφείσα μέγιστη ζήτηση του μήνα. Αν υπάρχει νυκτερινή απαλλαγή, τότε εξαιρείται το *NYK*. Συμβολίζεται επίσης ως *MZ* ή *KMZ*.

Ο υπολογισμός του συντελεστή ισχύος ή *συνφ* γίνεται μέσω του υπολογισμού της εφαπτομένης *εφφ*. Συγκεκριμένα η *εφφ* υπολογίζεται μέσω της ενεργού και αέργου ενέργειας :

$$\varepsilon\phi\phi = \text{Άεργος Ενέργεια} / \text{Ενεργός Ενέργεια} \quad (\text{Π2.1.1-1})$$

Οπότε στη συνέχεια μέσω της ακόλουθης σχέσης :

$$\sigma\upsilon\nu\phi = 1 / \sqrt{1 + (\varepsilon\phi\phi)^2} \quad (\text{Π2.1.1-2})$$

υπολογίζεται ο συντελεστής ισχύος *cosφ*. Συνεπώς η *Χρεωστέα Ζήτηση* (*XZ* ή *XMZ*) είναι ίση με :

$$XZ = MZ * \Sigma.ΠΡΣ \quad (\text{Π2.1.1-3})$$

όπου ο *Σ.ΠΡΣ* είναι ο συντελεστής προσαρμογής, ο οποίος ορίζεται ως εξής :

0,80/*συνφ* , αν *συνφ* < 0,80 (είναι ένας αριθμός μεγαλύτερος του 1)

1 , αν $0,8 \leq \sigma\upsilon\nu\phi \leq 0,85$

0,85/*συνφ* , αν *συνφ* > 0,85 (είναι ένας αριθμός μικρότερος του 1)

Στη συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε την *Αξία Ισχύος*, η οποία προκύπτει από τη σχέση :

$$\text{Αξία Ισχύος} = XZ * \text{Τιμή Ισχύος Τιμοκατ.} * A \quad (\text{Π2.1.1-4})$$

Στην περίπτωση του τιμολογίου B1B η *Τιμή Ισχύος Τιμοκαταλόγου* είναι ίση με 2.197 δρχ./kW, ενώ στην περίπτωση του τιμολογίου B2B είναι ίση με 796 δρχ./kW.

Στην παραπάνω *Αξία Ισχύος* χορηγείται *έκπτωση*, η οποία ποσοστιαία είναι ίση με:

$$\text{έκπτωση}(\%) = 50 - 50 * (Z.AX/MZ)\% \quad (\text{Π2.1.1-5})$$

εφόσον ο συντελεστής χρησιμοποιήσεως *Σ.ΧΡΣ* είναι μεγαλύτερος του 30%. Ο τελευταίος δίνεται από τη σχέση:

$$\Sigma.ΧΡΣ = (E * 100) / (MZ * 24 * \text{Ημέρες Κατανάλωσης})\% \quad (\text{Π2.1.1-6})$$

Η έκπτωση επί της αξίας ισχύος κυμαίνεται από 50%, όταν *Z.AX* είναι 0, έως 0%, όταν *Z.AX* είναι ίση με *KMZ*.

Όταν ο πελάτης ζητήσει τιμολόγιο με νυκτερινή απαλλαγή και στην περίπτωση που η ζήτηση νύκτας (*NYK*) είναι η μεγαλύτερη ζήτηση του μήνα, τότε δεν λαμβάνεται υπόψιν στον υπολογισμό της *XZ* και στον υπολογισμό της έκπτωσης στο τίμημα ισχύος. Αντί της *NYK* χρησιμοποιείται η μεγαλύτερη ζήτηση των υπολοίπων ωρών. Στον υπολογισμό όμως

του συντελεστή χρησιμοποίησης $\Sigma.XP\Sigma$ και των κλιμακίων ενέργειας του τιμολογίου B1B χρησιμοποιείται κανονικά η ζήτηση νύκτας (ΝΥΚ).

Αν η ΧΖ υπερβεί κάποιο μήνα τα 8000 kW, τότε επιβάλλεται μία χρέωση που αναφέρεται στο λογαριασμό ως *Επιβάρυνση Συμφωνημένης Ισχύος*. Αναλυτικότερα, η πραγματοποιηθείσα ισχύς χρεώνεται κανονικά στον τρέχοντα λογαριασμό. Πέραν όμως αυτού, αποθηκεύεται στο μηχανογραφικό αρχείο και παρακολουθεί τον λογαριασμό του καταναλωτή για τους επόμενους 12 μήνες. Οπότε κάποιο μήνα μέσα στο 12-μηνο :

◊ Αν πραγματοποιηθεί νέα υπέρβαση μεγαλύτερη της προηγούμενης, η νέα και μεγαλύτερη ΧΖ χρεώνεται κανονικά. Παράλληλα αντικαθίσταται στο μηχανογραφικό αρχείο η παλιά ΧΖ που ακολουθούσε το λογαριασμό με τη νέα και ανανεώνεται το 12-μηνο.

◊ Αν πραγματοποιηθεί νέα υπέρβαση των 8000 kW, αλλά μικρότερη της ΧΖ που ακολουθεί το λογαριασμό, επιβάλλεται *Επιβάρυνση Συμφωνημένης Ισχύος* ίση με :

$$\text{Επιβάρυνση Συμφ. Ισχύος} = [XZ_{\text{προηγούμενου 12μηνου}} - XZ_{\text{τρέχοντος μηνός}}] * \text{Τιμή Ισχύος Τιμοκατ.} * A \quad (\text{Π2.1.1-7})$$

Παράλληλα στο μηχανογραφικό αρχείο καταχωρείται και η νέα υπέρβαση χωρίς να διαγραφεί η παλιά, που θα παρακολουθήσει τον λογαριασμό κανονικά μέχρι να λήξει το αρχικό 12μηνο. Όταν λήξει το 12μηνο η δεύτερη υπέρβαση θα ακολουθήσει το λογαριασμό έως ότου συμπληρωθούν 12 μήνες από τον μήνα που αυτή πραγματοποιήθηκε.

◊ Αν η χρεωστέα ζήτηση του τρέχοντα μήνα είναι μικρότερη των 8000 kW, επιβάλλεται *Επιβάρυνση Συμφωνημένης Ισχύος* ίση με:

$$\text{Επιβάρυνση Συμφ. Ισχύος} = (XZ_{\text{προηγ. 12μηνου}} - 8000) * \text{Τιμή Ισχύος Τιμοκαταλόγου} * A \quad (\text{Π2.1.1-8})$$

Π 2.1.2 Υπολογισμός χρέωσης ενέργειας βιομηχανικού καταναλωτή μέσης τάσης τιμολογίου B1B ή B2B

Αρχικά ανάγουμε την καταναλωθείσα ενέργεια σε 30 ημέρες -που είναι ο μήνας τιμολογίου- πολλαπλασιάζοντάς την με τον ακόλουθο συντελεστή :

$$1/A = 30/(\text{Ημέρες Κατανάλωσης}) \quad (\text{Π2.1.2-1})$$

Στο τιμολόγιο B1B, επειδή έχει δύο κλιμάκια χρέωσης ενέργειας με διαφορετική τιμή σε κάθε κλιμάκιο, η ανηγμένη κατανάλωση κατανέμεται στα δύο κλιμάκια. Εάν η κατανάλωση είναι μικρότερη από $400 * MZ$ kWh, τότε τιμολογείται όλη με την τιμή ενέργειας του πρώτου κλιμακίου. Δηλαδή:

$$\text{Χρέωση Ενέργειας} = \text{Ανηγμένη Κατανάλωση} * \text{Τιμή Ενέργειας}_{\text{Κλιμακίου 1}} \quad (\text{Π2.1.2-2})$$

Εάν η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από $400 * MZ$ kWh, τότε οι πρώτες $400 * MZ$ kWh χρεώνονται με την τιμή του πρώτου κλιμακίου και οι υπόλοιπες με την τιμή του δεύτερου. Δηλαδή η χρέωση ενέργειας σε αυτήν την περίπτωση είναι ίση με:

$$\text{Χρέωση Ενέργειας} = 400 * MZ * \text{Τιμή Ενέργειας}_{\text{Κλιμακίου 1}} + (\text{Ανηγμένη Κατανάλωση} - 400 * MZ) * \text{Τιμή Ενέργειας}_{\text{Κλιμακίου 2}} \quad (\text{Π2.1.2-3})$$

Η τιμή της ενέργειας του κλιμακίου 1 είναι ίση με 12,99 δρχ./kWh και του κλιμακίου 2 ίση με 8,62 δρχ./kWh για το τιμολόγιο B1B.

Το τιμολόγιο B2B έχει μία τιμή ενέργειας -ίση με 17,00 δρχ./kWh- και επομένως:

$$\text{Χρέωση Ενέργειας} = \text{Ανηγγεμένη Κατανάλωση} * \text{Τιμή Ενέργειας} \quad (\text{Π2.1.2-4})$$

Η προκύπτουσα χρέωση πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή Α της σχέσης Π2.1-1 και έτσι έχουμε την τελική χρέωση ενέργειας.

Π 2.1.3 Υπολογισμός τιμολογίου B1B ή B2B βιομηχανικού καταναλωτή μέσης τάσης με μικρό συντελεστή ισχύος

Αν ο λόγος $\text{εφφ} = Q/E = \text{Άεργος Ενέργεια}/\text{Ενεργός Ενέργεια}$ είναι μεγαλύτερος του 4,5, τότε διορθώνεται η μετρηθείσα Ενεργός Ενέργεια κατά τόσες kWh έτσι, ώστε η εφφ να πάρει τις εξής τιμές:

εφφ = 5, οπότε συνφ = 0,1961 για Μ/Σ ισχύος μεγαλύτερης ή ίσης των 400 kVA
εφφ = 6, οπότε συνφ = 0,1644 για Μ/Σ ισχύος μεταξύ των 250 και 400 kVA
εφφ = 7, οπότε συνφ = 0,1414 για Μ/Σ ισχύος μικρότερης ή ίσης των 250 kVA

Η διορθωμένη ενέργεια τιμολογείται κανονικά. Οι τιμές της εφφ χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του συνφ και του Σ.ΧΡΣ. Ως ισχύ των Μ/Σ λαμβάνουμε την εγκαταστημένη ισχύ (Ε.Ι) σε kVA του Μ/Σ του καταναλωτή.

Η τιμολόγηση πλέον γίνεται κανονικά, κάνοντας χρήση των διορθωμένων τιμών.

Π 2.1.4 Βιομηχανικά τιμολόγια B15B και B25B

Τα τιμολόγια βιομηχανικής χρήσεως ΜΤ B15B και B25B, τα οποία είναι σε ισχύ από αρχές του 1997, έχουν δομή τελείως διαφορετική από αυτή των υφισταμένων τιμολογίων ΜΤ και είναι όμοια με του τιμολογίου Α της ΥΤ.

Η κεντρική ιδέα αυτών βασίζεται στο ό,τι το κόστος της kWh είναι διαφορετικό σε κάθε ώρα, γι'αυτό η τιμή χρεώσεως του πελάτη μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα. Έτσι, σε σύγκριση με τα υφιστάμενα, τα νέα τιμολόγια έχουν υψηλότερη τιμή στην αιχμή, αλλά μικρότερη τιμή τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας και ακόμα μικρότερη τη νύχτα.

Με αυτές τις προϋποθέσεις, ο πελάτης έχει κίνητρο να μεταφέρει κατανάλωση από τη ζώνη αιχμής στις άλλες ζώνες, προκειμένου να μειώσει το λογαριασμό του. Αυτό έχει ως συνέπεια να μειώνεται το μέγιστο φορτίο της ΔΕΗ, να εξοικονομούνται επενδύσεις και να μειώνεται το κόστος της kWh. Ένα μέρος από τη μείωση του κόστους δίδεται στον πελάτη ως μείωση λογαριασμού. Κάθε πελάτης που θα επιλέξει τα νέα τιμολόγια θα έχει μείωση λογαριασμού, μόνο υπό την προϋπόθεση ότι θα μεταφέρει επαρκές φορτίο εκτός των ωρών αιχμής.

Τα νέα τιμολόγια θα εφαρμοσθούν προαιρετικά και παράλληλα με τα υφιστάμενα βιομηχανικά τιμολόγια ΜΤ, τα οποία θα εξακολουθήσουν να ισχύουν ως έχουν. Προς το παρόν, απευθύνονται μόνο στους βιομηχανικούς πελάτες ΜΤ με ισχύ αιχμής άνω των 3000 kW. Αργότερα, θα επεκταθούν στο σύνολο των βιομηχανικών πελατών. Παράλληλα υπογράφεται και το σχετικό Συμβόλαιο Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος μεταξύ ΔΕΗ και Καταναλωτή, που θα ονομάζεται στο εξής «Σύμβαση». Η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος με το παρόν τιμολόγιο διέπεται και από όλους τους όρους της Σύμβασης.

Εδώ θα τονίσουμε τα σημεία στα οποία τα νέα τιμολόγια διαφέρουν από τα υφιστάμενα.

♦ Αρχικά ορίζεται η Διάρκεια Χρέωσης, που είναι ο μήνας χρέωσης, δηλαδή το χρονικό διάστημα Ω ημερών που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο λήψεις ενδείξεων του μετρητή, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους έναν ημερολογιακό μήνα περίπου.

♦ Το εικοσιτετράωρο χωρίζεται σε 3 χρονικές ζώνες, οι ώρες έναρξης και λήξης των οποίων αναγράφονται στο τιμολόγιο. Είναι διαφορετικές στο ηπειρωτικό σύστημα και

στα μη διασυνδεδεμένα νησιά, αλλά η διάρκειά τους ετησίως είναι η ίδια, ώστε ίδια να είναι και η ετήσια χρέωση.

Η τιμή ισχύος και ενέργειας είναι διαφορετική σε κάθε ζώνη, ανάλογα με το αντίστοιχο κόστος του ρεύματος. Αντίθετα, στα υφιστάμενα τιμολόγια η τιμή ενέργειας και ισχύος δεν διαφέρει μεταξύ των ζωνών.

Αναλυτικότερα οι ώρες έναρξης και λήξης είναι οι εξής :

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ			ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ		
			ΖΩΝΗ ΑΙΧΜΗΣ	ΖΩΝΗ ΗΜΕΡΑΣ	ΖΩΝΗ ΝΥΧΤΑΣ	ΖΩΝΗ ΑΙΧΜΗΣ	ΖΩΝΗ ΗΜΕΡΑΣ	ΖΩΝΗ ΝΥΧΤΑΣ
Οκτώβριος - Απρίλιος	Δευτέρα ως και Παρασκευή	Ενέργεια και Ισχύς	10-14 18-21	00-01 08-10 14-18 21-24	01-08	18-21	08-18 21-24	00-08
Οκτώβριος - Απρίλιος	Σάββατο	Ενέργεια	-	00-01 08-24	01-08	18-21	08-18 21-24	00-08
Οκτώβριος - Απρίλιος	Σάββατο	Ισχύς	-	-	00-24	18-21	08-18 21-24	00-08
Οκτώβριος - Απρίλιος	Κυριακή	Ενέργεια	-	00-01 08-24	01-08	-	08-24	00-08
Οκτώβριος - Απρίλιος	Κυριακή	Ισχύς	-	-	00-24	-	08-24	00-08
Μάιος - Σεπτέμβριος	Δευτέρα ως και Παρασκευή	Ενέργεια και Ισχύς	10-14	08-10 14-24	00-08	10-14 19-22	08-10 14-19 22-24	00-08
Μάιος - Σεπτέμβριος	Σάββατο	Ενέργεια	-	08-24	00-08	10-14 19-22	08-10 14-19 22-24	00-08
Μάιος - Σεπτέμβριος	Σάββατο	Ισχύς	-	-	00-24	10-14 19-22	08-10 14-19 22-24	00-08
Μάιος - Σεπτέμβριος	Κυριακή	Ενέργεια	-	08-24	00-08	-	08-24	00-08
Μάιος - Σεπτέμβριος	Κυριακή	Ισχύς	-	-	00-24	-	08-24	00-08

Σημείωση: Στο διασυνδεδεμένο σύστημα και όσον αφορά τη χρέωση ισχύος, η ώρα 00:00 έως 01:00 της Δευτέρας είναι ζώνη νύχτας.

◇ Ο πελάτης των νέων τιμολογίων δηλώνει στο Συμβόλαιο Παροχής μία Συμφωνημένη Ισχύ σε κάθε ζώνη, υπό τους εξής όρους:

⇒ Η συμφωνημένη ισχύς αιχμής πρέπει να είναι τουλάχιστον 3000 kW.

⇒ Η συμφωνημένη ισχύς της ημέρας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη συμφωνημένη ισχύ αιχμής.

◇ Η συμφωνημένη ισχύς νύχτας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη συμφωνημένη ισχύ ημέρας προσαυξημένη κατά 20%.

Συνεπώς η Συμφωνημένη Ισχύς σε kW κατά ζώνη ισχύος : Καθορίζονται στη Σύμβαση ανά ζώνη χρέωσης ισχύος και διακρίνονται στις εξής:

- Συμφωνημένη ισχύς αιχμής SA, όπου $SA \geq 3000$ kW.
- Συμφωνημένη ισχύς ημέρας SH, όπου $SH \geq SA$.
- Συμφωνημένη ισχύς νύχτας SN, όπου $SN \geq 1,2 * SH$.

Αν, επομένως, ένας πελάτης δηλώνει στην αιχμή 4000 kW, την ημέρα δεν μπορεί να δηλώσει κάτω από 4000 kW και τη νύχτα δεν μπορεί να δηλώσει κάτω από $1,2 * 4000 = 4800$ kW.

◇ Στην περίπτωση ενός νέου πελάτη που ζητά αυτά τα τιμολόγια, η *συμφωνημένη ισχύς στη ζώνη νύχτας* είναι εκείνη που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της εφ' άπαξ συμμετοχής του κατά την αρχική σύνδεση.

◇ Αν, επιπλέον, η μετρηθείσα μηνιαία ζήτηση ισχύος σε οποιαδήποτε ζώνη υπερβεί τη *συμφωνημένη ισχύ νύχτας*, με την οποία υπολογίστηκε η συμμετοχή του πελάτη, ο πελάτης θα πληρώσει χρέωση υπερβάσεως ισχύος βάσει του τιμολογίου και, επίσης, θα κληθεί για αναπροσαρμογή της συμμετοχής του.

◇ Τα εξής μεγέθη μετρώνται ανά μήνα, με ειδικό μετρητή:

⇒ Σε κάθε ζώνη η μηνιαία ζήτηση ισχύος και η καταναλωθείσα ενέργεια.

⇒ Στο σύνολο του μήνα η άεργος ενέργεια.

◇ Η χρέωση ισχύος προκύπτει με βάση τη *συμφωνημένη ισχύ* σε κάθε ζώνη, έστω και αν η *συμφωνημένη ισχύς* δεν έχει απορροφηθεί εξ ολοκλήρου. Αντίθετα, στα υφιστάμενα τιμολόγια B1B και B2B, η χρέωση γίνεται με βάση την απορροφηθείσα και όχι την συμφωνηθείσα ισχύ.

Στα υφιστάμενα τιμολόγια, έχουν καθορισθεί ζώνες ισχύος με σκοπό να επιφέρουν μία έκπτωση από τη συνολική χρέωση ισχύος, αν η ζήτηση αιχμής είναι μικρότερη από τη μέγιστη ζήτηση. Αυτό γίνεται με πολύπλοκο τρόπο. Αντίθετα, στα νέα τιμολόγια, όπου η τιμή ισχύος είναι διαφορετική σε κάθε ζώνη, η χρέωση ισχύος είναι απλούστερη.

Οι τιμές ισχύος σε κάθε ζώνη που αναφέρει ο τιμοκατάλογος αφορούν χρέωση ισχύος 30 ημερών πραγματικής κατανάλωσης. Σε ημέρες πραγματικής κατανάλωσης διαφορετικές από 30, η χρέωση ισχύος προκύπτει αναλογικά, με βάση τις πραγματικές ημέρες κατανάλωσης, πράγμα που απλοποιεί την τιμολόγηση.

Συνεπώς η Χρέωση Ισχύος (σε δρχ ανά μήνα) είναι η ποσότητα :

$$\text{Χρέωση Ισχύος} = [TSA * SA + TSH * (SH - SA) + TSN * (SN - 1,2 * SH)] * (\Omega / 30) \quad (\text{Π2.4.1-1})$$

Οι τιμές χρέωσης ισχύος (σε δρχ ανά kW συμφωνημένης ισχύος & ανά μήνα) είναι:

	Ζώνη Αιχμής (TSA)	Ζώνη Ημέρας (TSH)	Ζώνη Νύχτας (TSN)
- Τιμολόγιο B15B	2825	1695	282
- Τιμολόγιο B25B	1232	740	124

Επίσης η *Χρέωση Ενέργειας* (σε δρχ ανά μήνα) είναι το άθροισμα των γινομένων της ενεργού ενέργειας (σε kWh) που ζητήθηκε σε κάθε ζώνη επί την αντίστοιχη τιμή χρέωσης ενεργού ενέργειας (σε δρχ ανά kWh). Οι τιμές χρέωσης ενέργειας είναι:

	Ζώνη Αιχμής (TSA)	Ζώνη Ημέρας (TSH)	Ζώνη Νύχτας (TSN)
- Τιμολόγιο B15B	19,50	9,97	7,37
- Τιμολόγιο B25B	26,77	13,69	10,12

◇ Τα νέα τιμολόγια δεν βασίζονται στη χρεωστέα ζήτηση, στην οποία έμμεσα λαμβάνεται υπόψη το *συνφ*, αλλά προβαίνουν σε απ'ευθείας υπολογισμό της χρέωσης αέργου ενέργειας. Ο τρόπος υπολογισμού αυτής της χρέωσης έχει καθορισθεί έτσι, ώστε ο πελάτης να επιβαρύνεται κατά μέσον όρο όσο και στα υφιστάμενα τιμολόγια, δηλαδή να υπάρχει έκπτωση, αν το *συνφ* είναι μεγάλο, επιβάρυνση, αν το *συνφ* είναι μικρό, και καμία χρέωση αέργου ενέργειας, αν το *συνφ* έχει μια ενδιάμεση τιμή.

Αναλυτικότερα η *Χρέωση Αέργου Ενέργειας* (σε δρχ ανά μήνα) προκύπτει με βάση την αέργου ενέργεια Q (σε kvarh) που καταμετράται ανά μήνα και την ενεργό ενέργεια E (σε kWh) που καταμετράται αθροιστικά σε όλες τις ζώνες ανά μήνα ως εξής:

- αν $Q > 0,75 * E$, ο πελάτης έχει επιβάρυνση $1,45 * (Q - 0,75 * E) * TQ$ δρχ ανά μήνα,
- αν $Q < 0,62 * E$, ο πελάτης έχει έκπτωση $0,55 * (0,62 * E - Q) * TQ$ δρχ ανά μήνα,
- αν $0,62 * E \leq Q \leq 0,75 * E$, δεν υπάρχει χρέωση αέργου ενέργειας.

Η τιμή χρέωσης αέργου ενέργειας είναι $TQ = 2,03$ δρχ. ανά kvarh.

◊ Ο πελάτης χρεώνεται επειδή έχει δεσμευθεί για λογαριασμό του μια συμφωνημένη ισχύς σε κάθε ζώνη. Με τη μέτρηση της απορροφηθείσης ισχύος (*μέγιστη μηνιαία ζήτηση ισχύος*) ελέγχεται, σε κάθε ζώνη, αν υπερέβη ή όχι την αντίστοιχη συμφωνημένη ισχύ. Αν την υπερέβη, επιβάλλεται χρέωση υπερβάσεως ισχύος μέσω του τιμολογίου. Αν δεν την υπερέβη, ούτε επιβάλλεται χρέωση υπερβάσεως ισχύος, ούτε επιστρέφονται χρήματα για το μέρος της συμφωνημένης ισχύος που δεν απορροφήθηκε.

Η *χρέωση υπερβάσεως ισχύος* προσαυξάνεται ή ελαττώνεται αναλογικά με βάση τις πραγματικές ημέρες κατανάλωσης.

Αναλυτικότερα ορίζεται η *Μηνιαία Ζήτηση Ισχύος* (σε kW) κατά Ζώνη Χρέωσης είναι η μέγιστη από τις μέσες διαδοχικές τιμές ισχύος που καταγράφονται κατά ζώνη χρέωσης με μετρητή ολοκλήρωσης τετάρτου της ώρας κατά το μήνα της χρέωσης και συμβολίζεται με ZA , ZH , ZN για τις ζώνες αιχμής, ημέρας, νύχτας αντιστοίχως. Είναι η πραγματοποιημένη ζήτηση ισχύος σε κάθε ζώνη χρέωσης μέσα στο μήνα χρέωσης, κατ' αντιδιαστολή προς την αντίστοιχη συμφωνημένη ισχύ. Η Δ.Ε.Η. έχει το δικαίωμα να ζητήσει την τοποθέτηση μετρητού με ολοκλήρωση σε χρονικό διάστημα μικρότερο από το τέταρτο της ώρας.

Παράλληλα ορίζονται οι Υπερβάσεις Ισχύος, καθώς το ανώτατο όριο της μηνιαίας ζήτησης ισχύος (kW) κατά ζώνη χρέωσης είναι η συμφωνημένη ισχύς σε κάθε ζώνη. Αν κατά ένα μήνα χρέωσης καταγραφεί σε μια ζώνη μηνιαία ζήτηση ισχύος μεγαλύτερη από την αντίστοιχη συμφωνημένη ισχύ, τότε και μόνο η ποσότητα [(μηνιαία ζήτηση ισχύος κατά ζώνη χρέωσης)-(συμφωνημένη ισχύς κατά ζώνη χρέωσης)] (σε kW) ονομάζεται «Υπέρβαση ισχύος» στη ζώνη αυτή και κατά τον μήνα αυτόν. Η υπέρβαση ισχύος είναι $YA = ZA - SA$, $YH = ZH - SH$, $YN = ZN - SN$ για τις ζώνες αιχμής, ημέρας, νύχτας αντιστοίχως.

Συνεπώς η Χρέωση Υπέρβασης Ισχύος (σε δρχ ανά μήνα): είναι ίση με το άθροισμα των χρεώσεων υπερβάσεως ισχύος στις 3 ζώνες, πολλαπλασιασμένο επί $\Omega/30$. Η χρέωση υπερβάσεως ισχύος στις 3 ζώνες υπολογίζεται ως εξής:

Στη ζώνη αιχμής η χρέωση υπερβάσεως ισχύος είναι : $2 * TSA * YA$.

Στη ζώνη ημέρας:

Αν $YH \leq YA$, δεν υπάρχει χρέωση υπερβάσεως ισχύος.

Αν $YH > YA$, η χρέωση υπερβάσεως ισχύος είναι : $2 * TSH * (YH - YA)$.

Στη ζώνη νύχτας:

Αν $YN \leq$ (μέγιστη από τις YH και YA), δεν υπάρχει χρέωση υπερβάσεως ισχύος.

Αν $YN >$ (μέγιστη από τις YA και YH), η χρέωση υπερβάσεως ισχύος είναι :

$$2 * TSN * [YN - (\text{μέγιστη από τις } YA \text{ και } YH)].$$

◊ Επίσης υπάρχει η *Ελάχιστη Μηνιαία Χρέωση* που είναι η χρέωση ισχύος.

◊ Συνεπώς η *Συνολική Χρέωση* του πελάτη είναι το άθροισμα της *χρέωσης ισχύος*, της *χρέωσης ενέργειας*, της *χρέωσης αέργου ενέργειας* και της *χρέωσης υπερβάσεως ισχύος*.

Π 2.2 Βασική Περιγραφή Βιομηχανικών Τιμολογίων Χαμηλής Τάσης

Τα ισχύοντα τιμολόγια πώλησεως ρεύματος σε βιομηχανικούς καταναλωτές υπό χαμηλή τάση είναι τα Γ21/Β, Γ22/Β και Γ23/Β. Το Γ21/Β χορηγείται μέχρι ισχύ 25 kVA, το Γ22/Β από 25 ως 250 kVA και το Γ23/Β μέχρι και τα 250 kVA με νυκτερινή χρέωση.

Η καταμέτρηση-έκδοση των λογαριασμών είναι τετραμηνιαία για τα τιμολόγια της Γ21/Β και Γ23/Β ορίζοντας ως περίοδο τιμολογίου τις 120 ημέρες. Αν για οποιονδήποτε λόγο η καταμέτρηση γίνει σε διαφορετική περίοδο από την οριζόμενη, γίνεται αναλογική χρέωση χρησιμοποιώντας τον συντελεστή A , όπου :

$$A = \text{ημέρες κατανάλωσης} / 120 \quad (\text{Π2.2-1})$$

Για το τιμολόγιο Γ22/Β η καταμέτρηση-έκδοση είναι μηνιαία ορίζοντας ως περίοδο τιμολογίου τις 30 ημέρες. Αν όμως η καταμέτρηση γίνει σε περίοδο διαφορετική από την περίοδο του μήνα γίνεται αναλογική χρέωση χρησιμοποιώντας τον συντελεστή A , όπως αυτός προσδιορίζεται από τη σχέση (Π2.1-1).

Οι φυσικές ποσότητες που πρωτογενώς μετρώνται από τις μετρητικές διατάξεις είναι οι εξής:

- ◊ Η Πραγματική ή Ενεργός Ενέργεια σε kWh, την οποία θα συμβολίζουμε με E .
- ◊ Η Άεργος Ενέργεια σε kvarh, την οποία θα συμβολίζουμε με Q .
- ◊ Η Ισχύς, η οποία προκύπτει από την ενέργεια που μετράται κάθε δεκαπεντάλεπτο, όπως έχουμε περιγράψει και στην παράγραφο Π 2.1. Οπότε κρατώντας κατά τη διάρκεια του μήνα τη μέγιστη ένδειξη βρίσκεται η *Καταγραφείσα Μέγιστη Ζήτηση του μήνα*.

Η Άεργος Ενέργεια και η Ισχύς μετρούνται μόνο στο τιμολόγιο Γ22/Β, ενώ για το τιμολόγιο Γ23/Β μετράται με διαφορετικούς ενδείκτες η ενέργεια κανονικής χρέωσης και μειωμένης.

Στο τιμολόγιο Γ21/Β, εκτός από το πάγιο, υπάρχει μία ζώνη χρέωσης ενέργειας. Το τιμολόγιο Γ22/Β είναι διωνυμικό μίας ζώνης χρέωσης ενέργειας, διότι, εκτός από το πάγιο, η χρέωση του ρεύματος αποτελείται από δύο μέρη, τη Χρέωση Ισχύος και τη Χρέωση Ενέργειας και η ενέργεια έχει την ίδια τιμή σε όλες τις ώρες. Τέλος το τιμολόγιο Γ23/Β είναι διπλής χρέωσης ενέργειας, δηλαδή, εκτός από το πάγιο, ο πελάτης πληρώνει άλλη τιμή ανά kWh για την ενέργεια κατά τις ώρες κανονικού τιμολογίου, και άλλη κατά τις ώρες του μειωμένου -νυκτερινού.

Δηλαδή έχουμε ότι :

$$\Gamma 21/Β \Rightarrow \text{Συνολική Χρέωση} = \text{Πάγιο} + \text{Χρέωση Ενέργειας} \quad (\text{Π2.2-2})$$

$$\Gamma 22/Β \Rightarrow \text{Συνολική Χρέωση} = \text{Πάγιο} + \text{Χρέωση Ισχύος} + \text{Χρέωση Ενέργειας} \quad (\text{Π2.2-3})$$

$$\Gamma 23/Β \Rightarrow \text{Συνολική Χρέωση} = \text{Πάγιο} + \text{Χρέωση Ενέργειας}_{\text{Κλιμακίου1}} + \text{Χρέωση Ενέργειας}_{\text{Κλιμακίου2}} \quad (\text{Π2.2-4})$$

Στη συνέχεια περιγράφουμε πως υπολογίζονται η χρέωση της ισχύος και της ενέργειας ενός βιομηχανικού πελάτη χαμηλής τάσης.

Π 2.2.1 Υπολογισμός χρέωσης ισχύος βιομηχανικού καταναλωτή χαμηλής τάσης τιμολογίου Γ22/Β

Η *Καταγραφείσα Ζήτηση* στο τιμολόγιο Γ22/Β προσδιορίζεται μέσω της κατάλληλης καταγραφικής διάταξης και συμβολίζεται ως KAZ .

Ο υπολογισμός του *συντελεστή ισχύος* ή *συνφ* γίνεται μέσω του υπολογισμού της εφαιτομένης *εφφ*. Συγκεκριμένα η *εφφ* υπολογίζεται μέσω της ενεργού και αέργου ενέργειας :

$$\text{εφφ} = \text{Άεργος Ενέργεια} / \text{Ενεργός Ενέργεια} \quad (\text{Π2.2.1-1})$$

Οπότε στη συνέχεια μέσω της ακόλουθης σχέσης :

$$\cos\phi = 1/\sqrt{1 + (\varepsilon\phi\phi)^2} \quad (\text{Π2.2.1-2})$$

υπολογίζεται ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi$. Συνεπώς η *Χρεωστέα Ζήτηση ΧΖ* είναι ίση με :

$$XZ = KAZ * \Sigma.ΠΡΣ \quad (\text{Π2.2.1-3})$$

όπου ο $\Sigma.ΠΡΣ$ είναι ο συντελεστής προσαρμογής, ο οποίος ορίζεται ως εξής :

0,85/ $\cos\phi$, αν $\cos\phi < 0,85$ (είναι ένας αριθμός μεγαλύτερος του 1)

1 , αν $0,85 \leq \cos\phi$.

Στη συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε την *Αξία Ισχύος*, η οποία προκύπτει από τη σχέση :

$$\text{Αξία Ισχύος} = XZ * \text{Τιμή Ισχύος Τιμοκατ.} * A \quad (\text{Π2.2.1-4})$$

όπου το A δίνεται λόγω των 30 ημερών από τη σχέση (Π 2.1-1).

Στην περίπτωση του τιμολογίου Γ22/Β η *Τιμή Ισχύος Τιμοκαταλόγου* είναι ίση με 478 δρχ./kW, ενώ συγχρόνως υπάρχει η *Ελάχιστη Χρεωστέα Ζήτηση* που είναι ίση με 18 kW.

Π 2.2.2 Υπολογισμός χρέωσης ενέργειας βιομηχανικού καταναλωτή χαμηλής τάσης τιμολογίου Γ21/Β, Γ22/Β και Γ23/Β

Αρχικά ανάγουμε την καταναλωθείσα ενέργεια στις ονομαστικές ημέρες του τιμολογίου -30 ημέρες για το τιμολόγιο Γ22/Β και 120 για τα τιμολόγια Γ21/Β και Γ23/Β- πολλαπλασιάζοντάς την με τον ακόλουθο συντελεστή :

$$\text{Γ22/Β} \Rightarrow 1/A = 30/(\text{Ημέρες Κατανάλωσης}) \quad (\text{Π2.2.2-1})$$

$$\text{Γ21/Β \& Γ23/Β} \Rightarrow 1/A = 120/(\text{Ημέρες Κατανάλωσης}) \quad (\text{Π2.2.2-2})$$

Τονίζουμε ότι στο τιμολόγιο Γ23/Β έχουμε δύο ενδείξεις -κανονικό και μειωμένο-, τις οποίες πολλαπλασιάζουμε χωριστά.

Τα τιμολόγια Γ21/Β και Γ22/Β έχουν μία τιμή ενέργειας -ίση με 29,58 δρχ./kWh και 22,21 αντίστοιχα- και επομένως:

$$\text{Χρέωση Ενέργειας} = \text{Ανηγμένη Κατανάλωση} * \text{Τιμή Ενέργειας} \quad (\text{Π2.2.2-3})$$

Το τιμολόγιο Γ23/Β έχει -λόγω των δύο χρονικών περιόδων ενέργειας- δύο τιμές, την τιμή της κανονικής χρέωσης -36,36 δρχ./kWh- και της μειωμένης -11,26 δρχ./kWh. Οπότε η αντίστοιχη χρέωση ενέργειας δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Χρέωση Ενέργειας} = & \text{Ανηγμ. Κατανάλωση Κανονικού Τιμολογίου} * \text{Τιμή Ενέργειας Κανονικού Τιμολογίου} \\ & + \text{Ανηγμ. Κατανάλωση Μειωμένου Τιμολογίου} * \text{Τιμή Ενέργειας Μειωμένου Τιμολογίου} \end{aligned} \quad (\text{Π2.2.2-4})$$

Η προκύπτουσα χρέωση πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή A της σχέσης (Π2.1-1) για το τιμολόγιο Γ22/Β και της σχέσης (Π2.2-1) για τα τιμολόγια Γ21/Β & Γ23/Β και έτσι έχουμε την τελική χρέωση ενέργειας.

Τέλος τονίζουμε ότι η Δ.Ε.Η. έχει το δικαίωμα να αλλάζει τις περιόδους μεταφέροντας το πολύ δύο ώρες από την περίοδο μειωμένης χρέωσης -νυκτερινή περίοδος- στην περίοδο κανονικής χρέωσης, η διάρκεια όμως της περιόδου μειωμένης χρέωσης θα

παραμένει ίση με 10 ώρες και της κανονικής με 14. Επίσης έχει το δικαίωμα να μετατοπίζει τα όρια της περιόδου μειωμένης χρέωσης μέχρι το πολύ μία ώρα, χωρίς όμως να μεταβάλλει τη διάρκειά της.

Ακόμη σημειώνουμε ότι οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται προέρχονται από τον αλγόριθμο -που είναι κοινός για όλα τα τιμολόγια της επιχείρησης. Όμως, όπως παρατηρείται πολύ εύκολα, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ούτε ο συντελεστής A , ούτε ο αντίστροφός του, απλώς εφαρμόζονται οι σχέσεις (Π 2.2.2-3) και (Π 2.2.2-4).

Π 2.2.3 Πάγιο και υπολογισμός ελάχιστης χρέωσης βιομηχανικών τιμολογίων χαμηλής τάσης Γ21/Β, Γ22/Β και Γ23/Β

Το πάγιο των τιμολογίων Γ21/Β, Γ22/Β και Γ23/Β είναι ίσο με 1.298, 640, 3.884 δρχ. αντίστοιχα. Αν για οποιονδήποτε λόγο η καταμέτρηση γίνει σε διαφορετική περίοδο από την οριζόμενη, γίνεται αναλογική χρέωση χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο συντελεστή A .

Επίσης υπάρχει και η ελάχιστη χρέωση του εκάστοτε τιμολογίου, που είναι ίση είτε με το πάγιο του τετραμήνου στο τιμολόγιο Γ21/Β, είτε με το μηνιαίο πάγιο και την ελάχιστη χρωστέα ζήτηση των 18 kW στο Γ22/Β, είτε με τη συμφωνημένη ισχύ σε KVA -ΣΙ-πολλαπλασιασμένη με 450 δρχ./KVA στο Γ23/Β. Σε κάθε περίπτωση, αν η καταμέτρηση έχει γίνει σε διαφορετική περίοδο από την οριζόμενη, γίνεται αναλογική χρέωση χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο συντελεστή A .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΡΙΤΟ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΕ FORTRAN & ΟΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΙ ΕΞΟΔΟΙ

Π 3.1 Πρόγραμμα Υπολογισμού Κεντρικής Χωρητικής Αντιστάθμισης και Κόστους Τιμολογίου Γ22/B με ή χωρίς την αντιστάθμιση

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πρόγραμμα με το οποίο υλοποιούμε τον υπολογισμό του κόστους του τιμολογίου Γ22/B χωρίς ή με την κατάλληλη χωρητική αντιστάθμιση, της οποίας συγχρόνως προσδιορίζεται το μέγεθός της. Η μοναδική αδυναμία του αλγορίθμου του προγράμματος είναι ότι δεν εφαρμόζει τη στρογγυλοποίηση του συντελεστή ισχύος στο τέταρτο δεκαδικό ψηφίο, όπως είναι στον πραγματικό αλγόριθμο, γεγονός που μας οδηγεί σε ένα σφάλμα της τάξης του 0,0045% ή αλλιώς των 12 δραχμών στις 269.911 δραχμές, το οποίο είναι άνευ πρακτικής σημασίας για τις μελέτες μας.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *          P R O G R A M   CAPACITOR FOR BILLS G22B
C *
C *
C *
C *   This program has an input file which has the active and reactive
C *   energy and the active load of each month
C *   It calculates the cost of the bill G22B per month and totally per
C *   year without and with the proper capacitor so as to be cosf equal
C *   to 0,9 or above. Afterwards the results are stored in a proper
C *   file. The format of input file is 2 digit for bill days,
C *   6 digit for active energy, 6 digit for reactive energy and
C *   4 digit for load per line for each month. There are 12 lines
C *   for one year.
C *
C *****
C   PROGRAM CAPACITORG22B
C -----
C   Include definitions
C   IA is the Integer of dAys of measuring for the bill per month
C   IACTEN is the Integer number of ACTive ENergy per month in kWh
C   IREACTEN is the Integer number of REACTive ENergy per month in kvarh
C   ILOAD is the Integer number of maximum LOAD per month
C   IPAG22B is the Integer for PAGio per month in drxs for G22B
C   IXZG22B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for G22B
C   VENG22B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kW for G22B
C   AG22B is the real number of division of numbers of the days of
C   the bill to nominal days for G22b bill
C   FNAME is the variable name for file
C   FNAME1 is the input name file
C   FNAME2 is the output name file
C   ICH1 is the channel name for FNAME1
C   ICH2 is the channel name for FNAME2
C   IP1 is the length of file name of FNAME1
C   QC is the final from the calculations of a year nominal Q
C   of Capacitor (kvar)
C   CAP1 is the nominal capacitor per month in kvar
C   ITA is the Integer Total number of dAys of a year
C   IA is the Integer number of dAys per month
C   ITACTEN is the Integer ACTive ENergy of the year

```

```

C      ITREACTEN is the Integer REACTIVE ENergy of the year
C      IMLOAD is the Integer Maximum LOAD per year
C      RMLoad is the Real Maximum LOAD per year with cost
C      TCOSF is the total power factor of the year
C      ITBG22B1 is the Integer Total Bill of G22B without capacitor
C      ITBG22B2 is the Integer Total Bill of G22B with capacitor
C      IBG22B1 is the Integer Bill of G22B without capacitor per month
C      IBG22B2 is the Integer Bill of G22B with capacitor per month
C      IBILL IS THE DIFFERENCE BETWEEN IBG22B1 AND IBG22B2
C      CPAR1 is the penalty Cost PARmeter for G22B
C      IWA is the Integer number of Working dAys per month
C      ITWA is the Integer Total number of Working dAys per month
C -----
      INTEGER IPAG22B,IXZG22B,IA,ITBG22B1,ITBG22B2,IBG22B1,IBG22B2
      INTEGER ILOAD,IMLOAD,ITACTEN,IAC TEN,IREACTEN
      INTEGER ITREACTEN,ITA,IDBILL,IWA,ITWA
      REAL VENG22B, AG22B,QC,CAP1,CPAR1, RLOAD,RTLOAD
      CHARACTER*16 FNAME,FNAME1, FNAME2
C -----
C      defining the format of row of input file
10 FORMAT ( I2,I2, 2 (I6),I4 )
11 FORMAT (F4.2)
C      defining the format of the output file
20 FORMAT (' NUMBER * ACTIVE *REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER*
      *COST G22B*COST G22B*DIFFERE-*CAPACITOR')
21 FORMAT ('OF DAYS * ENERGY * ENERGY * LOAD * LOAD *
      *NO CAPAPA*WITH CAPA* NCE IN * IN KVAR')
22 FORMAT ('IN BILL * IN KWH *IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR*
      * IN DRXS * IN DRXS * DRXS *')
23 FORMAT (2 (' '),I3,5 (' '),I6,3 (' '),I6, 3 (' '),I4,
      * 3 (' '),F6.1, (' '),F6.4,2 (' '),I8,3 (' '),I8,2 (' '),I8, (' '),F6.2)
24 FORMAT (39 ('-'),'FOR A YEAR', 39 ('-'))
C -----
C      constants
      IPAG22B = 640
      IXZG22B = 478
      VENG22B = 22.21
C -----
C      create the name of input and output file name
C -----
      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
      READ *, FNAME
C      input channel
      ICH1 = 10
C      output channel
      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
      FNAME1 = FNAME(1:IP1) //' .TXT'
      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //' .OUT'
C -----
C      opening the output file
      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
C -----
C      opening the input file
C -----
      OPEN ( ICH1, FILE = FNAME1, ACCESS = 'SEQUENTIAL',
      * STATUS = 'OLD', FORM = 'FORMATTED' )
      WRITE (ICH2,20)
      WRITE (ICH2,21)
      WRITE (ICH2,22)
C -----
      READ(ICH1,11) BARDIA
      QC = 0.0
      ITA = 0
      ITACTEN = 0
      ITREACTEN= 0
      IMLOAD = 0
      DMLOAD = 0
      TCOSF = 0.0
      ITBG22B1 = 0
      ITBG22B2 = 0
C -----
C      reading each line and finding the first cost of G22B bill,
C      and the proper capacitor of each month
      DO 100 I=1,12
      READ(ICH1,10,END=100) IA,IWA,IAC TEN,IREACTEN,ILOAD

```

```

C      calculating the first cost for G22B
C      finding the parameter of billing days
      AG22B = IA/30.
C      finding power load factor
      TANF = 1.0*IREACTEN/IACTEN
      COSF = (1/SQRT(1+TANF**2))
C      finding the penalty parameter for bad power load factor
      IF (COSF.LT.0.85) THEN
        CPAR = 0.85/COSF
      ELSE
        CPAR=1.0
      ENDIF
C      finding the real cost of the bill
      FPAG22B = IPAG22B * AG22B
      RLOAD = ILOAD * CPAR
      FXZG22B = ILOAD * IXZG22B * AG22B * CPAR
      WXZG22B = ILOAD * IXZG22B * AG22B
      IBG22B1 = FPAG22B+FXZG22B+VENG22B*IACTEN
      IBG22B2 = FPAG22B+WXZG22B+VENG22B*IACTEN
      IDBILL = IBG22B1-IBG22B2
      CAP1 =1.0*(IREACTEN-IACTEN*0.484322104)/(BARDIA*IWA)
C      TOTAL SUM
      IF (QC.LT.CAP1) THEN
        QC=CAP1
      ENDIF
      IF (IMLOAD.LT.ILOAD) THEN
        IMLOAD=ILOAD
      ENDIF
      IF (DMLOAD.LT.RLOAD) THEN
        DMLoad=RLOAD
      ENDIF
      ITACTEN = IACTEN +ITACTEN
      ITREACTEN = IREACTEN+ITREACTEN
      ITA=ITA+IA
      ITBG22B1 = ITBG22B1 + IBG22B1
      ITBG22B2 = ITBG22B2 + IBG22B2
      WRITE (ICH2,23) IA,IACTEN,IREACTEN,ILOAD,RLOAD,COSF,
*      IBG22B1,IBG22B2,IDBILL,CAP1
100  CONTINUE
      TCOSF=1.0*ITACTEN/(SQRT(1.0*(ITACTEN**2+ITREACTEN**2)))
      IDBILL = ITBG22B1-ITBG22B2
      WRITE (ICH2,24)
      WRITE (ICH2,23) ITA,ITACTEN,ITREACTEN,IMLOAD,DMLoad,TCOSF,
*      ITBG22B1,ITBG22B2,IDBILL,QC
C-----
C      close the input file
      CLOSE(ICH1)
C-----
C      close the output file
      CLOSE(ICH2)
      END

```

Υπάρχει ένα αρχείο εισόδου που στην πρώτη γραμμή έχει τις εργάσιμες ώρες κατά τις εργάσιμες μέρες και στις επόμενες 12 γραμμές τα στοιχεία ημέρων τιμολόγησης, εργάσιμων ημερών, ενεργού και αέργου ενέργειας, πραγματικής ισχύος για τους μήνες του τελευταίου έτους που λειτουργεί η παρούσα χημική βιομηχανία. Το αρχείο αυτό παρουσιάζουμε στη συνέχεια με το αντίστοιχο format που απαιτείται από το πρόγραμμα.

```

8.0
3121 8640 7920 72
3021 9840 8120 68
3323 15080 9280 80
3121 14800 7960 80
2820 15080 6360 88
3221 13280 11040 88
2921 10360 7720 80
2820 8920 7400 80
3020 9680 7800 84
3121 10120 8160 84
3015 7320 5880 84
3022 10600 8560 84

```

Στο αρχείο εξόδου υπάρχει ο αριθμός των ημερών τιμολόγησης του εκάστοτε μήνα, η αντίστοιχη ενεργός ενέργεια, η άεργος, η ενεργός ισχύς, η χρωστέα ισχύς, το κόστος του τιμολογίου Γ22/Β χωρίς ή με κεντρική αντιστάθμιση σε δραχμές, η μεταξύ τους διαφορά και η αναγκαία ισχύς του πυκνωτή σε kvar. Στην τελευταία γραμμή παρουσιάζονται οι αντίστοιχες τιμές για όλο το έτος.

NUMBER OF DAYS IN BILL	* ACTIVE ENERGY IN KWH	* REACTIVE ENERGY IN KVARH	* ACTIVE LOAD IN KW	* FOR PAY LOAD IN KW	* POWER LOAD * FACTOR	* COST G22B IN DRXS	* COST G22B IN DRXS	* DIFFERE- NCE IN DRXS	* CAPACITOR IN KVAR
31	8640	7920	72	83.0	0.7372	233563	228118	5445	22.23
30	9840	8120	68	74.9	0.7713	255007	251690	3317	19.97
33	15080	9280	80	80.0	0.8517	377694	377694	0	10.74
31	14800	7960	80	80.0	0.8807	368883	368883	0	4.71
28	15080	6360	88	88.0	0.9214	374783	374783	0	-5.90
32	13280	11040	88	97.3	0.7690	345227	340499	4728	27.43
29	10360	7720	80	84.8	0.8019	269899	267679	2220	16.09
28	8920	7400	80	88.4	0.7696	238128	234401	3727	19.25
30	9680	7800	84	91.7	0.7787	259463	255784	3679	19.45
31	10120	8160	84	91.7	0.7785	270729	266916	3813	19.40
30	7320	5880	84	91.6	0.7796	206993	203369	3624	19.46
30	10600	8560	84	91.8	0.7780	279934	276217	3717	19.47
-----FOR A YEAR-----									
363	133720	96200	88	97.3	0.8118	3480303	3446033	34270	27.43

Τονίζουμε απλώς ότι η αρνητική ισχύς πυκνωτή που εμφανίζεται στον πέμπτο μήνα οφείλεται στο γεγονός ότι θεωρούμε βασική μας επιδίωξη ο συντελεστής ισχύος να γίνει 0,9, ενώ στο παρόντα μήνα τον έχουμε ήδη ξεπεράσει, δηλαδή θα έχει τεθεί εκτός λειτουργίας ο πυκνωτής.

Π 3.2 Πρόγραμμα Υπολογισμού Κεντρικής Χωρητικής Αντιστάθμισης και Κόστους Τιμολογίου Γ22/Β με ή χωρίς την αντιστάθμιση για διάφορα επίπεδα ενέργειας, συντελεστή ισχύος και χρησιμοποίησης

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πρόγραμμα με το οποίο υλοποιούμε τον υπολογισμό του κόστους του τιμολογίου Γ22/Β χωρίς ή με την κατάλληλη χωρητική αντιστάθμιση - προσδιορίζοντας συγχρόνως το μέγεθός της- για διάφορα επίπεδα ενέργειας από 5000 ως 30000 kWh με βήματα των 5000, για συντελεστές χρησιμοποίησης από 10% ως 55% με βήματα του 5%, για συντελεστές ισχύος από 50% ως 85% με βήματα 5%. Επίσης υπολογίζονται δύο μεγέθη πυκνωτών, ένα με επιθυμητό συντελεστή ισχύος 0,85 και ένα με συντελεστή ισχύος 0,90.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *
C *          P R O G R A M   T I M O L O G I O   G 2 2 B
C *
C *   This program finds out for different steps of active energy,
C *   power load factor and factor of using electricity the cost of
C *   G22B bill without and with the proper capacitor so as to be cosf
C *   equal to 0,9 or above. The results are stored in a proper file
C *
C *****
C
C   PROGRAM TIMOLOGIOG22B
C
C   -----
C   Include definitions
C   IA is the Integer of dAys of measuring for the bill per month
C   IACTEN is the Integer number of ACTive ENergy per month in kWh
C   CLOAD is the real number of maximum LOAD per month
C   RLOAD is the Real number of maximum LOAD per month which is finally costed
C   IPAG22B is the Integer for PAGio per month in drxs for G22B
C   IXZG22B is the Integer value of maximumload in drxs/kW for G22B
C   VENG22B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kW for G22B
C   AG22B is the real number of division of numbers of the days of
C   the bill to nominal days for G22b bill
C   FNAME is the variable name for file
C   FNAME1 is the input name file

```

```

C      FNAME2 is the output name file
C      ICH1 is the channel name for FNAME1
C      ICH2 is the channel name for FNAME2
C      IP1 is the length of file name of FNAME1
C      CAP1 is the nominal capacitor per month in kvar for power load factor 0,85
C      CAP2 is the nominal capacitor per month in kvar for power load factor 0,90
C      IA is the Integer number of days per month
C      IBG22B1 is the Integer Bill of G22B without capacitor per month
C      IBG22B2 is the Integer Bill of G22B with capacitor per month
C      IDBILL IS THE DIFFERENCE BETWEEN IBG22B1 AND IBG22B2
C      CPAR1 is the penalty Cost Parameter for G22B
C -----
      INTEGER IPAG22B, IXZG22B, IA, IBG22B1, IBG22B2
      INTEGER ILOAD, IACTEN, ITA, IDBILL, IWA
      REAL VENG22B, AG22B, QC, CAP1, CPAR1, RLOAD, BARDIA, TTIME
      CHARACTER*16 FNAME, FNAME1, FNAME2
C -----
C      defining the format of row of input file
10 FORMAT ( I2, I2, 2 (I6), I4 )
11 FORMAT (F4.2)
C      defining the format of the output file
20 FORMAT ( ' PARAMETER * POWER* ACTIVE *ACTIVE*FOR PAY*
* COST G22B* COST G22B* DIFFERE- * --CAPACITOR-- *')
21 FORMAT ( ' OF USING * LOAD * ENERGY * LOAD * LOAD *
* NO CAPAPA* WITH CAPA* NCE IN * -- IN KVAR -- *')
22 FORMAT ( 'ELECTRICITY* FACTOR* IN KWH * IN KW* IN KW *
* IN DRXS * IN DRXS * DRXS * 0.85 * 0.90 *')
23 FORMAT ( 3 ( ' '), F6.4, 3 ( ' '), F6.2, 2 ( ' '), I6, 2 ( ' '), F6.1, 2 ( ' '),
* F6.1, 2 ( ' '), I8, 2 ( ' '), I8, ( ' '), I8, ( ' '), F6.2, ( ' '), F6.2)
24 FORMAT ( 30 ( ' '), 'ACTIVE ENERGY IN KWH => ', I6)
C -----
C      constants
      IPAG22B = 640
      IXZG22B = 478
      VENG22B = 22.21
C      typical month
      IA = 30
      TTIME = 24.0*IA
C -----
C      create the name of input and output file name
C -----
      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
      READ *, FNAME
C      output channel
      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //''.OUT'
C -----
C      opening the output file
      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
C -----
      WRITE (ICH2, 20)
      WRITE (ICH2, 21)
      WRITE (ICH2, 22)
C -----
C      finding the cost of G22B bill without or no capacitor
C      for typical month
C      Different stage of energy
      DO 200 IACTEN=5000, 30000, 5000
      WRITE (ICH2, 24) IACTEN
C      different steps of cosf
      DO 100 I=1, 8
      COSF = 0.45 + 0.05 * I
C      different steps of parameter of using the electricity
      DO 100 J=1, 10
      PARUS=0.05 + 0.05*J
C      finding the parameter of billing days
      AG22B = IA/30.
C      finding the penalty parameter for bad power load factor
      IF (COSF.LT.0.85) THEN
      CPAR = 0.85/COSF
      ELSE
      CPAR=1.0
      ENDIF
      CLOAD = IACTEN/(PARUS*TTIME)

```

```

C      finding the real cost of the bill
      FPAG22B = IPAG22B * AG22B
      RLOAD = CLOAD * CPAR
      FXZG22B = CLOAD * IXZG22B * AG22B * CPAR
      WXZG22B = CLOAD * IXZG22B * AG22B
      IBG22B1 = FPAG22B+FXZG22B+VENG22B*IAC TEN
      IBG22B2 = FPAG22B+WXZG22B+VENG22B*IAC TEN
      IDBILL = IBG22B1-IBG22B2
      CAP1 = RLOAD * 1.0*(SQRT(1-COSF**2)/COSF-0.619744338)
      CAP2 = RLOAD * 1.0*(SQRT(1-COSF**2)/COSF-0.484322104)
      WRITE (ICH2,23) PARUS,COSF,IAC TEN,CLOAD,RLOAD,
*      IBG22B1,IBG22B2,IDBILL,CAP1,CAP2
100    CONTINUE
200    CONTINUE
C-----
C      close the output file
      CLOSE(ICH2)
      END

```

Στο αρχείο εξόδου υπάρχει ο συντελεστής χρησιμοποίησης, ο συντελεστής ισχύος, η αντίστοιχη ενεργός ενέργεια, η άεργος, η ενεργός ισχύς, το κόστος του τιμολογίου Γ22/Β χωρίς ή με κεντρική αντιστάθμιση σε δραχμές, η μεταξύ τους διαφορά και η αναγκαία ισχύς του πυκνωτή σε kvar είτε με τελικό συντελεστή ισχύος 0,85, είτε 0,9. Λόγω της μεγάλης έκτασης του αρχείου θα παρουσιάσουμε μόνο την περίπτωση του επιπέδου ενέργειας 5.000 kWh. Τα επίπεδα 10.000 ως 30.000 με βήμα 5.000 kWh έχουν ακριβώς την ίδια δομή.

PARAMETER OF USING ELECTRICITY	* POWER * LOAD * FACTOR	* ACTIVE * ENERGY * IN KWH	* ACTIVE * LOAD * IN KW	* FOR PAY * LOAD * IN KW	* COST * NO CAPAPA * IN DRXS	* G22B * COST * IN DRXS	* DIFFERE * WITH CAPA * IN DRXS	* --CAPACITOR-- * -- IN KVAR -- * 0.85 * 0.90 *
-----ACTIVE ENERGY IN KWH=> 5000								
0.1000	0.50	5000	69.4	118.1	168120	144884	23236	131.31 147.30
0.1500	0.50	5000	46.3	78.7	149310	133819	15491	87.54 98.20
0.2000	0.50	5000	34.7	59.0	139905	128287	11618	65.66 73.65
0.2500	0.50	5000	27.8	47.2	134262	124967	9295	52.53 58.92
0.3000	0.50	5000	23.1	39.4	130500	122754	7746	43.77 49.10
0.3500	0.50	5000	19.8	33.7	127813	121174	6639	37.52 42.09
0.4000	0.50	5000	17.4	29.5	125797	119988	5809	32.83 36.83
0.4500	0.50	5000	15.4	26.2	124230	119066	5164	29.18 32.73
0.5000	0.50	5000	13.9	23.6	122976	118328	4648	26.26 29.46
0.5500	0.50	5000	12.6	21.5	121950	117725	4225	23.88 26.78
0.1000	0.55	5000	69.4	107.3	162990	144884	18106	96.46 110.99
0.1500	0.55	5000	46.3	71.5	145890	133819	12071	64.30 73.99
0.2000	0.55	5000	34.7	53.7	137340	128287	9053	48.23 55.49
0.2500	0.55	5000	27.8	42.9	132210	124967	7243	38.58 44.40
0.3000	0.55	5000	23.1	35.8	128790	122754	6036	32.15 37.00
0.3500	0.55	5000	19.8	30.7	126347	121174	5173	27.56 31.71
0.4000	0.55	5000	17.4	26.8	124515	119988	4527	24.11 27.75
0.4500	0.55	5000	15.4	23.8	123090	119066	4024	21.43 24.66
0.5000	0.55	5000	13.9	21.5	121950	118328	3622	19.29 22.20
0.5500	0.55	5000	12.6	19.5	121017	117725	3292	17.54 20.18
0.1000	0.60	5000	69.4	98.4	158715	144884	13831	70.20 83.53
0.1500	0.60	5000	46.3	65.6	143040	133819	9221	46.80 55.68
0.2000	0.60	5000	34.7	49.2	135202	128287	6915	35.10 41.76
0.2500	0.60	5000	27.8	39.4	130500	124967	5533	28.08 33.41
0.3000	0.60	5000	23.1	32.8	127365	122754	4611	23.40 27.84
0.3500	0.60	5000	19.8	28.1	125125	121174	3951	20.06 23.86
0.4000	0.60	5000	17.4	24.6	123446	119988	3458	17.55 20.88
0.4500	0.60	5000	15.4	21.9	122140	119066	3074	15.60 18.56
0.5000	0.60	5000	13.9	19.7	121095	118328	2767	14.04 16.71
0.5500	0.60	5000	12.6	17.9	120240	117725	2515	12.76 15.19
0.1000	0.65	5000	69.4	90.8	155098	144884	10214	49.89 62.19
0.1500	0.65	5000	46.3	60.5	140628	133819	6809	33.26 41.46
0.2000	0.65	5000	34.7	45.4	133394	128287	5107	24.95 31.09
0.2500	0.65	5000	27.8	36.3	129053	124967	4086	19.96 24.88
0.3000	0.65	5000	23.1	30.3	126159	122754	3405	16.63 20.73
0.3500	0.65	5000	19.8	25.9	124092	121174	2918	14.25 17.77
0.4000	0.65	5000	17.4	22.7	122542	119988	2554	12.47 15.55
0.4500	0.65	5000	15.4	20.2	121336	119066	2270	11.09 13.82
0.5000	0.65	5000	13.9	18.2	120371	118328	2043	9.98 12.44
0.5500	0.65	5000	12.6	16.5	119582	117725	1857	9.07 11.31
0.1000	0.70	5000	69.4	84.3	151997	144884	7113	33.77 45.19
0.1500	0.70	5000	46.3	56.2	138561	133819	4742	22.51 30.13
0.2000	0.70	5000	34.7	42.2	131843	128287	3556	16.88 22.59
0.2500	0.70	5000	27.8	33.7	127813	124967	2846	13.51 18.08
0.3000	0.70	5000	23.1	28.1	125125	122754	2371	11.26 15.06

0.3500	0.70	5000	19.8	24.1	123206	121174	2032	9.65	12.91
0.4000	0.70	5000	17.4	21.1	121766	119988	1778	8.44	11.30
0.4500	0.70	5000	15.4	18.7	120647	119066	1581	7.50	10.04
0.5000	0.70	5000	13.9	16.9	119751	118328	1423	6.75	9.04
0.5500	0.70	5000	12.6	15.3	119018	117725	1293	6.14	8.22
0.1000	0.75	5000	69.4	78.7	149310	144884	4426	20.63	31.29
0.1500	0.75	5000	46.3	52.5	136770	133819	2951	13.76	20.86
0.2000	0.75	5000	34.7	39.4	130500	128287	2213	10.32	15.65
0.2500	0.75	5000	27.8	31.5	126738	124967	1771	8.25	12.52
0.3000	0.75	5000	23.1	26.2	124230	122754	1476	6.88	10.43
0.3500	0.75	5000	19.8	22.5	122438	121174	1264	5.90	8.94
0.4000	0.75	5000	17.4	19.7	121095	119988	1107	5.16	7.82
0.4500	0.75	5000	15.4	17.5	120050	119066	984	4.59	6.95
0.5000	0.75	5000	13.9	15.7	119214	118328	886	4.13	6.26
0.5500	0.75	5000	12.6	14.3	118530	117725	805	3.75	5.69
0.1000	0.80	5000	69.4	73.8	146959	144884	2075	9.61	19.60
0.1500	0.80	5000	46.3	49.2	135202	133819	1383	6.41	13.07
0.2000	0.80	5000	34.7	36.9	129324	128287	1037	4.81	9.80
0.2500	0.80	5000	27.8	29.5	125797	124967	830	3.84	7.84
0.3000	0.80	5000	23.1	24.6	123446	122754	692	3.20	6.53
0.3500	0.80	5000	19.8	21.1	121766	121174	592	2.75	5.60
0.4000	0.80	5000	17.4	18.4	120507	119988	519	2.40	4.90
0.4500	0.80	5000	15.4	16.4	119527	119066	461	2.14	4.36
0.5000	0.80	5000	13.9	14.8	118743	118328	415	1.92	3.92
0.5500	0.80	5000	12.6	13.4	118102	117725	377	1.75	3.56
0.1000	0.85	5000	69.4	69.4	144884	144884	0	0.00	9.40
0.1500	0.85	5000	46.3	46.3	133819	133819	0	0.00	6.27
0.2000	0.85	5000	34.7	34.7	128287	128287	0	0.00	4.70
0.2500	0.85	5000	27.8	27.8	124967	124967	0	0.00	3.76
0.3000	0.85	5000	23.1	23.1	122754	122754	0	0.00	3.13
0.3500	0.85	5000	19.8	19.8	121174	121174	0	0.00	2.69
0.4000	0.85	5000	17.4	17.4	119988	119988	0	0.00	2.35
0.4500	0.85	5000	15.4	15.4	119066	119066	0	0.00	2.09
0.5000	0.85	5000	13.9	13.9	118328	118328	0	0.00	1.88
0.5500	0.85	5000	12.6	12.6	117725	117725	0	0.00	1.71

Τονίζουμε απλώς ότι η ενεργός ισχύς είναι μέγεθος που προσδιορίζεται από την καταναλισκόμενη ενέργεια και από το συντελεστή χρησιμοποίησης, ενώ στη χρωστέα ζήτηση συμμετέχει βέβαια και ο αντίστοιχος συντελεστής ισχύος.

Π 3.3 Πρόγραμμα Υπολογισμού Κόστους Τιμολογίων Γ22/Β και Γ23/Β για την Ίδια κατανάλωση Κατάλληλα Διαμορφωμένη

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πρόγραμμα με το οποίο υλοποιούμε τον υπολογισμό του κόστους του τιμολογίων Γ22/Β και Γ23/Β κατανέμοντας ή και μεταβάλλοντας κατάλληλα την ενέργεια του καταναλωτή. Η μοναδική αδυναμία του αλγορίθμου του προγράμματος είναι ότι δεν εφαρμόζει τη στρογγυλοποίηση του συντελεστή ισχύος στο τέταρτο δεκαδικό ψηφίο, όπως είναι στον πραγματικό αλγόριθμο, όπως επίσης και ότι η έκδοση του τιμολογίου Γ23/Β γίνεται κάθε μήνα αντί κάθε τετράμηνο που είναι το κανονικό. Το τελευταίο έγινε για να είναι άμεσα συγκρίσιμη οι λογαριασμοί και σε κάθε μήνα χωριστά έχοντας ανάγκη με προσοχή το τετραμηνιαίο πάγιο του Γ23/Β στον εμπορικό μήνα.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *          P R O G R A M   TIMOLOGIO G22B < -> G23B
C *
C *
C *
C *   This program has an input file which has the active and reactive
C *   energy and the active load of each month, as well the active
C *   energy of the night
C *   It calculates the cost of the bill G22B per month and totally per
C *   year and the same bill per 4month with G23B with the small diffe-
C *   rence of using night. The results are stored in a proper file
C *   The format of input file is 2 digit for bill days,6 digit for
C *   active energy,6 digit for reactive energy, 4 digit for load
C *   6 digit for active day energy, 6 digit firactive night energy.

```

```

C *   There are 12 lines for one year.                                     *
C *                                                                 *
C *****
C   PROGRAM G22B_G23B
C -----
C   Include definitions
C   IA is the Integer of dAys of measuring for the bill per month
C   IACTEN is the Integer number of ACTive ENergy per month in kWh
C   IREACTEN is the Integer number of REACTive ENergy per month in kvarh
C   ILOAD is the Integer number of maximum LOAD per month
C   IACTEND is the Integer ACTive ENergy of Day for the bill per month
C   IACTENN is the Integer ACTive ENergy of Night for the bill per month
C   IPAG22B is the Integer for PAGio per month in drxs for G22B
C   IXZG22B is the Integer value of maxImumload in drxs/kw for G22B
C   VENG22B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kw for G22B
C   AG22B is the real number of division of numbers of the days of
C   the bill to nominal days for G22b bill
C   IPAG23B is the Integer for PAGio per 4month in drxs for G23B
C   INLDG23B is the Integer value of Nominal LoAd in drxs/kw for G23B
C   VDENG23B is the real Value of price of active Day ENergy in drxs/kw for G23B
C   VNENG23B is the real Value of price of active Night ENergy in drxs/kw for G23B
C   AG23B is the real number of division of numbers of the days of
C   the bill to nominal days for G22b bill
C   FNAME is the variable name for file
C   FNAME1 is the input name file
C   FNAME2 is the output name file
C   ICH1 is the channel name for FNAME1
C   ICH2 is the channel name for FNAME2
C   IP1 is the length of file name of FNAME1
C   ITA is the Integer Total number of dAys of a year
C   IFA is the Integer number of dAys per 4months
C   IA is the Integer number of dAys per month
C   ITACTEN is the Integer ACTive ENergy of the year
C   ITREACTEN is the Integer REACTive ENergy of the year
C   IMLoad is the Integer Maximunm LOAD per year
C   RMLoad is the Real Maximum LOAD per year with cost
C   TCOSF is the total power factor of the year
C   RTBG22B is the Integer Total Bill of G22B without capacitor
C   RTBG23B is the Integer Total Bill of G22B with capacitor
C   RBG22B is the Real Bill of G22B without capacitor per month
C   RBG23B is the Real Bill of G22B with capacitor per month
C   RBILL is the difference between RBG22B & RBG23B
C   CPAR1 is the penalty Cost PARMeter for G22B
C   IWA is the Integer number of Working dAys per month
C   ITWA is the Integer Total number of Working dAys per year
C   IFWA is the Integer number of Working dAys per 4months
C   NNLDG23B is the Number of Nomimal LoAd of G23B bill
C -----
C   INTEGER IPAG22B,IXZG22B,IA
C   INTEGER ILOAD,IMLOAD,ITACTEN,IACTEN,IREACTEN,IACTEND,IACTENN
C   INTEGER ITREACTEN,ITA,IDBILL,IWA,ITWA
C   INTEGER IPAG23B,INLDG23B,NNLDG23B
C   REAL VENG22B,VDENG23B,VNENG23B,AG22B,AG23B,CPAR1,RLOAD,RTLOAD
C   REAL RTBG22B,RTBG23B,RBG22B,RBG23B
C   CHARACTER*16 FNAME,FNAME1, FNAME2
C -----
C   defining the format of row of input file
C 10 FORMAT ( I2,I2, 2 (I6),I4, 2(I6) )
C   defining the format of the output file
C 20 FORMAT ( ' NUMBER * ACTIVE *REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER*
C   *ACTIVE*ACTIVE*COST G22B*COST G23B*DIFFERE-')
C 21 FORMAT ( 'OF DAYS * ENERGY * ENERGY * LOAD * LOAD * LOAD *
C   *ENERGY*ENERGY* * * NCE IN *')
C 22 FORMAT ( 'IN BILL * IN KWH *IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR*
C   * DAY *NIGHT * IN DRXS * IN DRXS * DRXS *')
C 23 FORMAT ( 2 ( ' '),I3,5 ( ' '),I6,3 ( ' '),I6, 3 ( ' '),I4,3( ' '),F6.1,
C   * ( ' '),F6.4,( ' '),I6,( ' '),I6,2( ' '),F8.0,3( ' '),F8.0,
C   *2( ' '),F8.0)
C 24 FORMAT ( 39( '-'), 'FOR A YEAR', 39( '-'))
C -----
C   constants
C   IPAG22B = 640
C   IXZG22B = 478
C   VENG22B = 22.21
C   IPAG23B = 3884
C   VDENG23B = 36.36
C   VNENG23B = 11.26
C -----
C   create the name of input and output file name

```



```

C -----
C      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
C      READ *, FNAME
C      input channel
C      ICH1 = 10
C      output channel
C      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
C      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
C      FNAME1 = FNAME(1:IP1) //''.TXT'
C      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //''.OUT'
C -----
C      opening the output file
C      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
C -----
C      opening the input file
C -----
C      OPEN ( ICH1, FILE = FNAME1, ACCESS = 'SEQUENTIAL',
*          STATUS = 'OLD', FORM = 'FORMATTED' )
C      WRITE (ICH2,20)
C      WRITE (ICH2,21)
C      WRITE (ICH2,22)
C -----
C      ITA      = 0
C      ITACTEN  = 0
C      ITREACTEN= 0
C      IMLOAD   = 0
C      DMLOAD   = 0
C      TCOSF    = 0.0
C      RTBG22B  = 0.0
C      RTBG23B  = 0.0
C -----
C      reading each line and finding the first cost of G22B bill,
C      and the proper capacitor of each month
C      DO 100 I=1,12
C      READ(ICH1,10,END=100) IA,IWA,IAC TEN,I REACTEN,ILOAD,IAC TEND,IAC TENN
C      calculating the first cost for G22B
C      finding the parameter of billing days
C      AG22B = IA/30.
C      finding power load factor
C      TANF = 1.0*I REACTEN/IAC TEN
C      COSF = (1/SQRT(1+TANF**2))
C      finding the penalty parameter for bad power load factor
C      IF (COSF.LT.0.85) THEN
C          CPAR = 0.85/COSF
C      ELSE
C          CPAR=1.0
C      ENDIF
C      finding the real cost of the bill G22B
C      FPAG22B = IPAG22B * AG22B
C      RLOAD = ILOAD * CPAR
C      FXZG22B = ILOAD * IXZG22B * AG22B * CPAR
C      RBG22B = FPAG22B+FXZG22B+VENG22B*IAC TEN
C      cost of the bill G23B
C      RBG23B = (IPAG23B/4.0)*AG22B+VDENG23B*IAC TEND+VNENG23B*IAC TENN
C      difference
C      RDBILL = RBG22B-RBG23B
C      TOTAL SUM
C      IF (IMLOAD.LT.ILOAD) THEN
C          IMLOAD=ILOAD
C      ENDIF
C      IF (DMLOAD.LT.RLOAD) THEN
C          DMLOAD=RLOAD
C      ENDIF
C      ITACTEN  = IACTEN  +ITACTEN
C      ITACTEND = IACTEND +ITACTEND
C      ITACTENN = IACTENN +ITACTENN
C      ITREACTEN = IREACTEN+ITREACTEN
C      ITA=ITA+IA
C      RTBG22B = RTBG22B + RBG22B
C      RTBG23B = RTBG23B + RBG23B
C      WRITE (ICH2, 23) IA, IACTEN, IREACTEN, ILOAD, RLOAD, COSF,
*      IACTEND, IACTENN, RBG22B, RBG23B, RDBILL
100  CONTINUE
C      TCOSF=1.0*ITACTEN/(SQRT(1.0*(ITACTEN**2+ITREACTEN**2)))
C      RDBILL = RTBG22B-RBG23B
C      WRITE (ICH2, 24)
C      WRITE (ICH2, 23) ITA, ITACTEN, ITREACTEN, IMLOAD, DMLOAD, TCOSF,

```

```

* ITACTEND, ITACTENN, RTBG22B, RTBG23B, RDBILL
C-----
C      close the input file
C      CLOSE(ICH1)
C-----
C      close the output file
C      CLOSE(ICH2)
C      END

```

Υπάρχει ένα αρχείο εισόδου που σε κάθε μία από τις 12 γραμμές έχει τα στοιχεία ημέρων τιμολόγησης, των εργάσιμων ημερών, της ενεργού και αέργου ενέργειας, της πραγματικής ισχύος για το τιμολόγιο Γ22/B, της ενεργού ενέργειας κανονικού και μειωμένου τιμολογίου Γ23/B -που θα είχαμε αν το εφαρμόζαμε- για τους μήνες του τελευταίου έτους που λειτουργεί η παρούσα χημική βιομηχανία. Έχουμε θεωρήσει ότι έχει γίνει η προσθήκη των θερμοσυσσωρευτών στην περίπτωση του Γ23/B, με συνέπεια την αντίστοιχη διαμόρφωση της ενέργειας. Το αρχείο αυτό παρουσιάζουμε στη συνέχεια με το αντίστοιχο format που απαιτείται από το πρόγραμμα.

3121	8640	7920	72	8440	200
3021	9840	8120	68	8400	1420
3323	15080	9280	80	9140	5800
3121	14800	7960	80	9280	5380
2820	15080	6360	88	10000	4920
3221	13280	11040	88	11260	2000
2921	10360	7720	80	10170	190
2820	8920	7400	80	8740	180
3020	9680	7800	84	9480	200
3121	10120	8160	84	9910	210
3015	7320	5880	84	7120	200
3022	10600	8560	84	10400	200

Στο αρχείο εξόδου υπάρχει ο αριθμός των ημερών τιμολόγησης του εκάστοτε μήνα, η αντίστοιχη ενεργός ενέργεια, η άεργος, η ενεργός ισχύς, η χρωστέα ισχύς, οι αντίστοιχες ενέργειες κανονικού και μειωμένου τιμολογίου για το Γ23/B, τα κόστη των τιμολογίων Γ22/B και Γ23/B σε δραχμές και η μεταξύ τους διαφορά.

NUMBER OF DAYS IN BILL	* ACTIVE ENERGY IN KWH	* REACTIVE ENERGY IN KVARH	* ACTIVE LOAD IN KW	* FOR LOAD IN KW	* PAY LOAD IN KW	* POWER FACTOR	* ACTIVE DAY ENERGY	* ACTIVE NIGHT ENERGY	* COST G22B IN DRXS	* COST G23B IN DRXS	* DIFFERE- NCE IN DRXS
31	8640	7920	72	83.0	0.7372	8440	200	233563.	310134.	-76571.	
30	9840	8120	68	74.9	0.7713	8400	1420	255007.	322384.	-67377.	
33	15080	9280	80	80.0	0.8517	9140	5800	377695.	398707.	-21012.	
31	14800	7960	80	80.0	0.8807	9280	5380	368884.	399003.	-30119.	
28	15080	6360	88	88.0	0.9214	10000	4920	374784.	419905.	-45122.	
32	13280	11040	88	97.3	0.7690	11260	2000	345227.	432969.	-87742.	
29	10360	7720	80	84.8	0.8019	10170	190	269899.	372859.	-102960.	
28	8920	7400	80	88.4	0.7696	8740	180	238128.	320719.	-82591.	
30	9680	7800	84	91.7	0.7787	9480	200	259463.	347916.	-88453.	
31	10120	8160	84	91.7	0.7785	9910	210	270730.	363696.	-92966.	
30	7320	5880	84	91.6	0.7796	7120	200	206994.	262106.	-55112.	
30	10600	8560	84	91.8	0.7780	10400	200	279934.	381367.	-101433.	
-----FOR A YEAR-----											
363	133720	96200	88	97.3	0.8118	112340	20900	3480308.	4331766.	-851458.	

Τονίζουμε απλώς ότι η διαφορά είναι αρνητική ακόμη και στους χειμωνιάτικους μήνες που περιμέναμε βελτίωση, αν και η ζημιά σε εκείνους τους μήνες είναι αρκετά μικρότερη σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των άλλων μηνών.

Π 3.4 Πρόγραμμα Υπολογισμού Εύρεσης του Λόγου λ - της Ενέργειας Μειωμένης Τιμής προς τη Συνολική Ενέργεια- ανάμεσα στα τιμολόγια Γ22/B και Γ23/B

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πρόγραμμα με το οποίο υλοποιούμε τον υπολογισμό του λόγου λ της ενέργειας που μπορούμε να καταναλώνουμε τις ώρες μειωμένου τιμολογίου

προς τη συνολική για διάφορα επίπεδα ενέργειας από 1000 ως 30000 kWh με βήματα των 1000, για μέγιστη ενεργό καταγραφείσα ισχύ από 10 ως 100 kW με βήμα των 10 kW και για συντελεστές ισχύος από 50% ως 85% με βήματα 5%. Με τη βοήθεια αυτού του λόγου προσδιορίζουμε πότε συμφέρει η μετάβαση από το τιμολόγιο Γ22/Β σε Γ23/Β.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *      P R O G R A M      COMPARING G22B & G23B      CASE I
C *
C *      This program finds out the ratio of the energy of small cost to
C *      total energy so as to be cheaper bill G23B from G22B.The constants*
C *      are the active power factor and active power P of the coumter
C *
C *****
C
      PROGRAM LOGOG22B_G23BCI
C
C -----
C      Include definitions
C      IACTEN is the Integer number of ACTive ENergy per month in kWh
C      RLOGOS is the Real ratio of night energy to total active energy
C      IPAG22B is the Integer for PAGio per month in drxs for G22B
C      IXZG22B is the Integer value of maXimumload in drxs/kw for G22B
C      VENG22B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kw for G22B
C      IPAG23B is the Integer for PAGio per month in drxs for G23B
C      VDENG22B is the real Value of price of Day active ENergy in drxs/kwh for G23B
C      VNENG22B is the real Value of price of Night active ENergy in drxs/kwh for G23B
C      FNAME is the variable name for file
C      FNAME2 is the output name file
C      ICH2 is the channel name for FNAME2
C      IP1 is the length of file name of FNAME1
C      CPAR1 is the penalty Cost PARMeter for G22B
C -----
C      INTEGER IPAG22B,IXZG22B,IPAG23B,IBG22B1,IBG22B2
C      INTEGER IPOWER,IACTEN
C      REAL VENG22B,VDENG23B,VNENG23B,RLOGOS
C      CHARACTER*16 FNAME,FNAME1, FNAME2
C -----
C      defining the format of row of input file
10 FORMAT ( I2,I2, 2 (I6),I4 )
11 FORMAT (F4.2)
C      defining the format of the output file
20 FORMAT ( ' ACTIVE * POWER * ACTIVE * RATIO ' )
21 FORMAT ( ' ENERGY * FACTOR* POWER * RATIO ' )
22 FORMAT ( ' IN KWH * * IN KW * * ' )
23 FORMAT (( ' '),I6,3( ' '),F6.4,3( ' '),I4,3( ' '),F9.6)
24 FORMAT (30( ' - ' ),'POWER ACTIVE FACTOR => ', F6.4)
C -----
C      constants
C      IPAG22B = 640
C      IXZG22B = 478
C      VENG22B = 22.21
C      IPAG23B = 3884
C      VDENG23B= 36.36
C      VNENG23B= 11.26
C -----
C      create the name of input and output file name
C      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
C      READ *, FNAME
C      output channel
C      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
C      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
C      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //' .OUT'
C -----
C      opening the output file
C      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
C -----
C      WRITE (ICH2,20)
C      WRITE (ICH2,21)
C      WRITE (ICH2,22)
C -----
C      finding the cost of G22B bill without or no capacitor
C      for typical month

```

```

C      different steps of cosf
      DO 200 I=1,8
        COSF = 0.45 + 0.05 * I
      WRITE (ICH2,24) COSF
C      finding the penalty parameter for bad power load factor
      IF (COSF.LT.0.85) THEN
        CPAR = 0.85/COSF
      ELSE
        CPAR=1.0
      ENDIF
C      different steps of cosf
      DO 100 IPOWER=10,100,10
C      different steps of parameter of using the electricity
      DO 100 IACTEN=1000,30000,1000
C      finding the real cost of the bill
      RLOGOS = (VDENG23B-VENG22B+(IPAG23B-IPAG22B-IXZG22B*IPOWER*CPAR)
* /IACTEN)/(VDENG23B-VNENG23B)
      WRITE (ICH2,23) IACTEN,COSF,IPOWER,RLOGOS
100    CONTINUE
200    CONTINUE
C-----
C      close the output file
      CLOSE(ICH2)
      END

```

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τμήμα του αρχείου εξόδου, το οποίο περιλαμβάνει την ενεργό ενέργεια, το συντελεστή ισχύος, την ενεργό ισχύ και τον αντίστοιχο λόγο σε κάθε γραμμή. Λόγω του πλήθους των αποτελεσμάτων δείχνουμε μόνο ένα βήμα του συντελεστή ισχύος -όταν λαμβάνει την τιμή των 0,5- και της ενεργού ισχύος -όταν λαμβάνει την τιμή των 10 kW- σε σύνολο 80 περιπτώσεων:

ACTIVE ENERGY IN KWH	* POWER FACTOR	* ACTIVE POWER IN KW	* RATIO RATIO
1000	0.5000	10	0.369243
2000	0.5000	10	0.466494
3000	0.5000	10	0.498911
4000	0.5000	10	0.515120
5000	0.5000	10	0.524845
6000	0.5000	10	0.531328
7000	0.5000	10	0.535959
8000	0.5000	10	0.539432
9000	0.5000	10	0.542134
10000	0.5000	10	0.544295
11000	0.5000	10	0.546063
12000	0.5000	10	0.547537
13000	0.5000	10	0.548783
14000	0.5000	10	0.549852
15000	0.5000	10	0.550778
16000	0.5000	10	0.551589
17000	0.5000	10	0.552304
18000	0.5000	10	0.552939
19000	0.5000	10	0.553508
20000	0.5000	10	0.554020
21000	0.5000	10	0.554483
22000	0.5000	10	0.554904
23000	0.5000	10	0.555288
24000	0.5000	10	0.555641
25000	0.5000	10	0.555965
26000	0.5000	10	0.556264
27000	0.5000	10	0.556541
28000	0.5000	10	0.556799
29000	0.5000	10	0.557038
30000	0.5000	10	0.557262

Επίσης παρουσιάζουμε μία άλλη μορφή του προγράμματος με το οποίο υλοποιούμε τον υπολογισμό του λόγου λ της ενέργειας που μπορούμε να καταναλώνουμε τις ώρες μειωμένου τιμολογίου προς τη συνολική για διάφορα επίπεδα ενέργειας από 1000 ως 30000 kWh με βήμα των 1000, για συντελεστή χρησιμοποίησης από 0,1 ως 0,5 με βήμα των 0,05

και για συντελεστές ισχύος από 50% ως 85% με βήμα 5%. Με τη βοήθεια αυτού του λόγου προσδιορίζουμε τότε συμφέρει η μετάβαση από το τιμολόγιο Γ22/Β σε Γ23/Β.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *      P R O G R A M      COMPARING G22B & G23B      CASE II
C *
C *      This program finds out the ratio of the energy of small cost to
C *      total energy so as to be cheaper bill G23B from G22B.The constants*
C *      are the active power factor and factor of using electiricity
C *
C *****

      PROGRAM LOGOG22B_G23BCII

C -----
C      Include definitions
C      IACTEN is the Integer number of ACTive Energy per month in kWh
C      RLOGOS is the Real ratio of night energy to total active energy
C      IPAG22B is the Integer for PAgio per month in drxs for G22B
C      IXZG22B is the Integer value of maXimumload in drxs/kw for G22B
C      VENG22B is the real Value of price of active ENERGY in drxs/kw for G22B
C      IPAG23B is the Integer for PAgio per month in drxs for G23B
C      VDENG22B is the real Value of price of Day active ENERGY in drxs/kwh for G23B
C      VNENG22B is the real Value of price of Night active ENERGY in drxs/kwh for G23B
C      FNAME is the variable name for file
C      FNAME2 is the output name file
C      ICH2 is the channel name for FNAME2
C      IP1 is the length of file name of FNAME1
C      CPAR1 is the penalty Cost PARmeter for G22B
C      FUSE is the factor of using electricity ratio of energy to
C      (power multiplied with time of month)
C -----
      INTEGER IPAG22B,IXZG22B,IPAG23B,IBG22B1,IBG22B2
      INTEGER IACTEN
      REAL VENG22B,VDENG23B,VNENG23B,RLOGOS
      CHARACTER*16 FNAME,FNAME1, FNAME2
C -----
C      defining the format of row of input file
10 FORMAT ( I2,I2, 2 (I6),I4 )
11 FORMAT (F4.2)
C      defining the format of the output file
20 FORMAT ( ' ACTIVE * POWER * FACTOR OF * RATIO ' )
21 FORMAT ( ' ENERGY * FACTOR* USING ELE-* RATIO ' )
22 FORMAT ( ' IN KWH * * CTRICITY * ' )
23 FORMAT (( ' '),I6,3( ' '),F6.4,4 ( ' '),F7.5,4 ( ' '),F9.6)
24 FORMAT (30( '-'), 'POWER ACTIVE FACTOR => ',F6.4)
C -----
C      constants
      IPAG22B = 640
      IXZG22B = 478
      VENG22B = 22.21
      IPAG23B = 3884
      VDENG23B= 36.36
      VNENG23B= 11.26
C -----
C      create the name of input and output file name
      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
      READ *, FNAME
C      output channel
      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //''.OUT'
C -----
C      opening the output file
      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
C -----
      WRITE (ICH2,20)
      WRITE (ICH2,21)
      WRITE (ICH2,22)
C -----
C      finding the cost of G22B bill without or no capacitor
C      for typical month
C      different steps of cosf

```

```

      DO 200 I=1,8
      COSF = 0.45 + 0.05 * I
      WRITE (ICH2,24) COSF
C      finding the penalty parameter for bad power load factor
      IF (COSF.LT.0.85) THEN
        CPAR = 0.85/COSF
      ELSE
        CPAR=1.0
      ENDIF
C      different steps of cosf
      DO 100 K=1,10
        FUSE = 0.05+0.05*K
C      different steps of parameter of using the electricity
      DO 100 IACTEN=1000,30000,1000
C      finding the real cost of the bill
      RLOGOS = (VDENG23B-VENG22B+(IPAG23B-IPAG22B-IXZG22B*CPAR/(FUSE*
* 720))/IACTEN)/(VDENG23B-VNENG23B)
      WRITE (ICH2,23) IACTEN,COSF,FUSE,RLOGOS
100    CONTINUE
200    CONTINUE
C-----
C      close the output file
      CLOSE(ICH2)
      END

```

Έπειτα παρουσιάζουμε τμήμα του αρχείου εξόδου, το οποίο περιλαμβάνει την ενεργό ενέργεια, το συντελεστή ισχύος, το συντελεστή χρησιμοποίησης και τον αντίστοιχο λόγο σε κάθε γραμμή. Λόγω του πλήθους των αποτελεσμάτων δείχνουμε μόνο ένα βήμα του συντελεστή ισχύος -όταν λαμβάνει την τιμή των 0,5- και του συντελεστή χρησιμοποίησης -όταν λαμβάνει την τιμή των 0,1- σε σύνολο 80 περιπτώσεων:

ACTIVE ENERGY IN KWH	* POWER * FACTOR	* FACTOR OF * USING ELE-	* RATIO * RATIO
-----POWER ACTIVE FACTOR => 0.5000			
1000	0.5000	0.10000	0.692538
2000	0.5000	0.10000	0.628142
3000	0.5000	0.10000	0.606676
4000	0.5000	0.10000	0.595943
5000	0.5000	0.10000	0.589504
6000	0.5000	0.10000	0.585211
7000	0.5000	0.10000	0.582144
8000	0.5000	0.10000	0.579844
9000	0.5000	0.10000	0.578055
10000	0.5000	0.10000	0.576624
11000	0.5000	0.10000	0.575454
12000	0.5000	0.10000	0.574478
13000	0.5000	0.10000	0.573652
14000	0.5000	0.10000	0.572945
15000	0.5000	0.10000	0.572331
16000	0.5000	0.10000	0.571795
17000	0.5000	0.10000	0.571321
18000	0.5000	0.10000	0.570900
19000	0.5000	0.10000	0.570524
20000	0.5000	0.10000	0.570185
21000	0.5000	0.10000	0.569878
22000	0.5000	0.10000	0.569599
23000	0.5000	0.10000	0.569345
24000	0.5000	0.10000	0.569111
25000	0.5000	0.10000	0.568897
26000	0.5000	0.10000	0.568699
27000	0.5000	0.10000	0.568515
28000	0.5000	0.10000	0.568345
29000	0.5000	0.10000	0.568186
30000	0.5000	0.10000	0.568038

Π 3.5 Πρόγραμμα Υπολογισμού Κόστους Τιμολογίων Γ22/B, B1B και B2B χωρίς και με πυκνωτές για τη χημική βιομηχανία

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πρόγραμμα με το οποίο υλοποιούμε τον υπολογισμό του κόστους των τιμολογίων Γ22/B, B1B και B2B χωρίς την ύπαρξη πυκνωτών. Παράλληλα

προσδιορίζουμε τη διαφορά ανάμεσα στα κόστη των τιμολογίων Γ22/Β και Β1Β, Γ22/Β και Β2Β. Ακόμη υπολογίζουμε την ισχύ του πυκνωτή αντιστάθμισης που είναι απαραίτητος για την επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,85 για το τιμολόγιο Γ22/Β, όπως επίσης και την τιμή που θα είχε ο πυκνωτής, ώστε να αντισταθμίζει με συντελεστή ισχύος 0,8, 0,85, 0,9, 1,0 για τα τιμολόγια μέσης τάσης λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του μετασχηματιστή τόσο στην ενεργό, όσο και στην άεργο ενέργεια και ισχύ. Τέλος υπολογίζουμε τις οικονομικές επιπτώσεις της προσθήκης των πυκνωτών στα τιμολόγια ως προς τις αρχικές τους τιμές, ενώ θεωρούμε ότι η ζήτηση αιχμής είναι ίση με τη μέγιστη καταγραφείσα ισχύ, οπότε δεν υπάρχει έκπτωση στη χρωστέα ζήτηση, ανεξάρτητα του συντελεστή χρησιμοποίησης.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *          P R O G R A M    B I L L S  G22B_B1B_B2B
C *
C *
C *  This program has an input file which has the active and reactive *
C *  energy and the active load of each month
C *  It calculates the cost of the bill G22B, B1B,B2B per month and
C *  totally per year. It also finds out the necessary capacitor for
C *  for active power factor greater than 0.85, we choose the proper
C *  capacitor and afterwards the programme find out the new cost for
C *  the three bills. Afterwards the results are stored in a proper
C *  file. The input file has in the first line the necessary informa-
C *  tion for the working hours per working day, for the uk, Pfe, Pcu,
C *  Sno,pQo of the transformer -4,5,4,4,4,4 digits-. There is 2 digit
C *  for bill days,6 digit for active energy,6 digit for reactive ene-
C *  rgy & 4 digit for load per line for each month. There are 12 lines
C *  for one year.
C *
C *****
C
C          PROGRAM G22B_B1B_B2B
C
C -----
C      Include definitions
C      FNAME is the variable name for file
C      FNAME1 is the input name file
C      FNAME2 is the output name file
C      ICH1 is the channel name for FNAME1
C      ICH2 is the channel name for FNAME2
C      IP1 is the length of file name of FNAME1
C      IPFE is the losses of Fe in the transformer in Watt
C      ISON is nominal KVA of transformer
C      IPCU is the losses of Cu in the transformer in Watt under nominal operation
C      RQO is the percentage of ISON for magnetization of the core of transformer in kvar
C      UK is the voltage of short circuit for the transformer
C      IPAG22B is the Integer for PAgio per month in drxs for G22B
C      IXZG22B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for G22B
C      VENG22B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kWh for G22B
C      AG22B is the real number of division of numbers of the days of
C      the bill to nominal days for G22b bill
C      IA is the Integer of dAys of measuring for the bill per month
C      ITA is the Integer Total number of dAys of a year
C      IWA is the Integer number of Working dAys per month
C      ITWA is the Integer Total number of Working dAys per month
C      ITBG22B is the Integer Bill of G22B for a year
C      IBG22B is the Integer Bill of G22B for a month
C      ITACTEN is the Integer number of ACTive ENergy per year in kWh
C      IACTEN is the Integer number of ACTive ENergy per month in kWh
C      IREACTEN is the Integer number of REACTive ENergy per month in kvarh
C      ITREACTEN is the Integer number of REACTive ENergy per year in kvarh
C      ILOAD is the Integer number of maximum LOAD per month
C      IMLOAD is the Integer Maximum LOAD per year
C      RMLoad is the Real Maximum LOAD per year with cost
C      IMLOADBB is the Integer Maximum LOAD per year for B1B & B2B
C      IXZB1B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for B1B
C      IXZB2B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for B2B
C      IMPABB is the Integer value for PAgio in drxs for B1B and B2B for the minimum cost
C      IMXZBB is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for B1B and B2B for the
C      minimum cost
C      VFENB1B is the real Value of price of active First 400*ILOAD kWh ENergy
C      in drxs/kWh for B1B

```

C VLENB1B is the real Value of price of active ENERGY of the rest kWh in drxs/kwh for
 C B1B
 C VENB2B is the real Value of price of active ENERGY in drxs/kwh for B2B
 C AG22B is IA/30
 C QCG22B is the final from the calculations of a year nominal Q
 C of Capacitor (kvar) for G22B and final power factor 0.85
 C QCB_B1 is the final from the calculations of a year nominal Q
 C of Capacitor (kvar) for B1B & B2B and final power factor 0.8
 C QCB_B2 is the final from the calculations of a year nominal Q
 C of Capacitor (kvar) for B1B & B2B and final power factor 0.85
 C QCB_B3 is the final from the calculations of a year nominal Q
 C of Capacitor (kvar) for B1B & B2B and final power factor 0.9
 C QCB_B4 is the final from the calculations of a year nominal Q
 C of Capacitor (kvar) for B1B & B2B and final power factor 1,0
 C CPAG22B is the penalty Cost PARMeter for G22B
 C CPARB_B is the penalty Cost PARMeter for B1B & B2B
 C RLOAD is the Real value of maximum LOAD which is paid per month for G22B
 C RTLOAD is the Real value of maximum LOAD which is paid per year for G22B
 C MINLOAD is the Real value of minimum LOAD which is paid per month for G22B
 C DLOAD is the real value of the new active power per month for B1B & B2B
 C because the operation of thw transformer causes more losses
 C DTBB1B is the real cost of the bill B1B per year
 C DTBB2B is the real cost of the bill B2B per year
 C DBB1B is the real cost of the bill B1B per month
 C DBB2B is the real cost of the bill B2B per month
 C DP
 C DACTEN is the real value of active energy which is added to the IACTEN
 C because of the operation of the transformer in kWh
 C DREACTEN is the real value of reactive energy which is added to the IREACTEN
 C because of the operation of the transformer in kWh
 C DACTENBB is the real value of total active energy for bill B1B & B2B in kWh per
 C month
 C DREACTENBB is the real value of total reactive energy for bill B1B & B2B
 C in kWh per month
 C DTACTENBB is the real value of total active energy for bill B1B& B2B in kWh per year
 C DTREACTENBB is the real value of total reactive energy for bill B1B & B2B
 C in kWh per tear
 C RLOADBB is the real value of the active power which is paid per month
 C DMLOADBB is the maximum real value of the active power which is paid per year
 C TCOSF is the total power factor of the year for bill G22B
 C TCOSFBB is the total power factor of the year for bill B1B & B2B
 C COSF is the power factor per month for bill G22B
 C COSFBB is the power factor per month for bill B1B & B2B
 C DMINBB is the minum cost for bill B1B and B2B per month
 C CAPG22B is the capacitor per month (kvar) for G22B and final
 C power factor 0.85
 C CAPB_B1 is the capacitor per month (kvar) for B1B & B2B and
 C final power factor 0.8
 C CAPB_B2 is the capacitor per month (kvar) for B1B & B2B and
 C final power factor 0.85
 C CAPB_B3 is the capacitor per month (kvar) for B1B & B2B and
 C final power factor 0.9
 C CAPB_B4 is the capacitor per month (kvar) for B1B & B2B and
 C final power factor 1,0
 C RLOADBBX is a parameter so as to make the proper round of RLOADBB
 C DFXB1B12 is the difference of the cost of bill B1B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.8 and 0.85 per month
 C DFXB1B3 is the difference of the cost of bill B1B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0,9 per month
 C DFXB1B4 is the difference of the cost of bill B1B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 1,0 per month
 C DFXB2B12 is the difference of the cost of bill B2B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.8 and 0.85 per month
 C DFXB2B3 is the difference of the cost of bill B2B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.9 per month
 C DFXB2B4 is the difference of the cost of bill B2B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 1,0 per month
 C DTFXB1B12 is the difference of the cost of bill B1B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.8 and 0.85 per year
 C DTFXB1B3 is the difference of the cost of bill B1B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.9 per year
 C DTFXB1B4 is the difference of the cost of bill B1B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 1.0 per year
 C DTFXB2B12 is the difference of the cost of bill B2B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.8 and 0.85 per year
 C DTFXB2B3 is the difference of the cost of bill B2B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 0.9 per year
 C DTFXB2B4is the difference of the cost of bill B2B between the situations
 C of having or the proper capacitor for power factor 1,0 per year


```

C      DIF1 is the difference between the cost of G22B and B1B without capacitors
C      DIF2 is the difference between the cost of G22B and B2B without capacitors
C-----
      INTEGER IPAG22B, IXZG22B, IA, ITA, IWA, ITWA, ITBG22B, IBG22B
      INTEGER ILOAD, IMLoad, ITACTEN, IACTEN, IREACTEN, IMLoadBB
      INTEGER ITREACTEN, IXZB1B, IXZB2B, IMPABB, IMXZBB, IPFE, IPCU, ISON
      REAL VENG22B, VFENB1B, VLENB1B, VENB2B, AG22B, QCG22B, QCB_B1, QCB_B2
      REAL QCB_B3, QCB_B4, CPAG22B, CPARB_B, RLOAD, RTLOAD, MINLOAD, DLOAD
      REAL DTBB1B, DTBB2B, DMLoadBB, DTACTENBB, DTREACTENBB, DBB1B, DBB2B, DP
      REAL DACTEN, DREACTEN, DACTENBB, DREACTENBB, RLOADBB, COSF, TCOSF, DMINBB
      REAL CAPB_B1, CAPB_B2, CAPB_B3, CAPB_B4, RLOADBBX, RQO, UK, COSFBB
      REAL DFXB1B12, DFXB1B3, DFXB1B4, DFXB2B12, DFXB2B3, DFXB2B4, TCOSFBB
      REAL DTFXB1B12, DTFXB1B3, DTFXB1B4, DTFXB2B12, DTFXB2B3, DTFXB2B4
      CHARACTER*16 FNAME, FNAME1, FNAME2
C-----
C      defining the format of row of input file
10 FORMAT ( I2, I2, 2 (I6), I4 )
11 FORMAT (F4.1, F5.3, 3(I4), F5.3)
C      defining the format of the output file
19 FORMAT ( '          *          LOW VOLTAGE 400 VOLT      =>      BILL G22
*/B          *          MEDIUM VOLTAGE 20.000 VOLT =>  BILLS B1B & B2B')
20 FORMAT ( ' NUMBER*ACTIVE*REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER*   COST *
* CAPACITOR * ACTIVE *REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER*   COST *
*COST *DIFFERE- *DIFFERE- * CAPACITOR * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-*
* CAPACITOR * DIFFE- * DIFFE- * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-*')
21 FORMAT ( 'OF DAYS*ENERGY* ENERGY * LOAD * LOAD * LOAD *
*IN KVAR FOR* ENERGY * ENERGY * LOAD * LOAD * LOAD *   B1B *
*B2B *NCE G22B *NCE G22B *IN KVAR FOR*IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *
*IN KVAR FOR* RENCE * RENCE *IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *')
22 FORMAT ( 'IN BILL*IN KWH*IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR* IN DRXS *
* PWR 0.85 * IN KWH *IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR* IN DRXS * IN
* DRXS * <-> B1B * <-> B2B * PWR 0.80 * PWR 0.85 *IN B1B*IN B2B*
* PWR 0.90 * IN B1B * IN B2B * PWR 1,00 *IN B1B*IN B2B*')
23 FORMAT (2(' '), I3, 4 (' '), I6, 2(' '), I6, 3(' '), I4, 2(' '), F6.1,
*(' '), F6.4, (' '), F9.0, 3(' '), F7.2, 3(' '), F8.0, (' '), F8.0, 2(' '),
*I4, 2(' '), F6.1, (' '), F6.4, (' '), F9.0, (' '), F9.0, (' '), F9.0, (' '),
*F9.0, 3(' '), F7.2, 3(' '), F7.2, 3(' '), F8.0, (' '), F8.0, (' '), F7.2,
*3(' '), F8.0, (' '), F8.0, (' '), F7.2, 3(' '), F8.0, (' '), F8.0)
24 FORMAT (100(' '), 'FOR A YEAR', 100(' '))
C-----
C      constants
      IPAG22B = 640
      IXZG22B = 478
      VENG22B = 22.21
      MINLOAD = 18.0
      IXZB1B = 2197
      IXZB2B = 796
      VFENB1B = 12.99
      VLENB1B = 8.62
      VENB2B = 17.00
      IMPABB = 50352
      IMXZBB = 502
C-----
C      create the name of input and output file name
      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
      READ *, FNAME
C      input channel
      ICH1 = 10
C      output channel
      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
      FNAME1 = FNAME(1:IP1) //''.TXT'
      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //''.OUT'
C-----
C      opening the output file
      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
C-----
C      opening the input file
C-----
      OPEN ( ICH1, FILE = FNAME1, ACCESS = 'SEQUENTIAL',
*          STATUS = 'OLD', FORM = 'FORMATTED' )
      WRITE (ICH2, 20)
      WRITE (ICH2, 21)
      WRITE (ICH2, 22)
C-----
      READ(ICH1, 11) BARDIA, UK, IPFE, IPCU, ISON, RQO
      QCG22B = 0.0

```

```

QCB_B1 = 0.0
QCB_B2 = 0.0
QCB_B3 = 0.0
QCB_B4 = 0.0
ITA = 0
ITACTEN = 0
ITREACTEN = 0
IMLOAD = 0
DMLOAD = 0
TCOSF = 0.0
DTBG22B = 0
DTBB1B = 0.0
DTBB2B = 0.0
DMLOADBB = 0.0
IMLOADBB = 0
DTACTENBB = 0.0
DTREACTENBB = 0.0
DTFXB1B12 = 0.0
DTFXB1B3 = 0.0
DTFXB1B4 = 0.0
DTFXB2B12 = 0.0
DTFXB2B3 = 0.0
DTFXB2B4 = 0.0
C-----
C      reading each line and finding the first cost of G22B bill,
C      and the proper capacitor of each month
      DO 100 I=1,12
      READ(ICH1,10,END=100) IA,IWA,IAC TEN,IREACTEN,ILOAD
C      calculating the first cost for G22B
C      finding the parameter of billing days and the working hours, total hours per month
      AG22B = IA/30.0
      TIME = 24.0*IA
      TBARDIA = BARDIA*IWA
C      finding power load factor
      TANF = 1.0*IREACTEN/IAC TEN
      COSF = (1/SQRT(1+TANF**2))
C      finding the penalty parameter for bad power load factor for G22B
      IF (COSF.LT.0.85) THEN
        CPARG22B = 0.85/COSF
      ELSE
        CPARG22B = 1.0
      ENDIF
C      finding the real cost of the bill G22B
      FPAG22B = IPAG22B * AG22B
      RLOAD = ILOAD * CPARG22B * AG22B
      IF (RLOAD.LT.MINLOAD) RLOAD=MINLOAD
      FXZG22B = RLOAD * IXZG22B
      DBG22B = FPAG22B+FXZG22B+VENG22B*IAC TEN
C      capacitor for corrcting the real power factor to 0.85 for G22B
      CAPG22B = 1.0*(IREACTEN-IAC TEN*0.619744338)/(BARDIA*IWA)
C      TOTAL SUM
      IF (QCG22B.LT.CAPG22B) THEN
        QCG22B=CAPG22B
      ENDIF
      IF (IMLOAD.LT.ILOAD) THEN
        IMLOAD=ILOAD
      ENDIF
      IF (DMLOAD.LT.RLOAD) THEN
        DMLoad=RLOAD
      ENDIF
      ITACTEN = IAC TEN +ITACTEN
      ITREACTEN = IREACTEN+ITREACTEN
      DTBG22B = DTBG22B +DBG22B
C      finding out the new sum of energy and top power
      DP = (IPFE+PCU*(ILOAD/(COSF*ISON))**2)/1000.0
      DACTEN = (IPFE*TIME+PCU*(((IAC TEN/TIME)/(COSF*ISON))**2)*
*TBARDIA)/1000.0
      DREACTEN=RQ0*ISON*TIME+UK*TBARDIA*(((IAC TEN/TIME)/COSF)**2)/ISON
      DLOAD = DP + ILOAD
      DACTENBB = DACTEN + IAC TEN
      DREACTENBB = DREACTEN+ IREACTEN
C      new active power factor
      COSFBB= DACTENBB/SQRT(DACTENBB**2+DREACTENBB**2)
C      finding the penalty parameter for bad power load factor for B1B & B2B
      IF (COSFBB.LT.0.8) THEN
        CPARB_B = 0.8/COSF
      ELSE
        IF (COSFBB.GT.0.85) THEN
          CPARB_B = 0.85/COSF
        
```

```

        ELSE
        CPARB_B = 1.0
        ENDIF
    ENDIF
C    finding out the new integer maximum active power and the cost power
    ILOADBB = DLOAD
    PROX = DLOAD-ILOADBB
    IF (PROX.GT.0.5) THEN ILOADBB=ILOADBB+1
    RLOADBB = ILOADBB * CPARB_B * AG22B
C    finding out the cost of the bill B1B
    FXZB1B = RLOADBB * IXZB1B
    DKWHB1B = ILOADBB * 400.0
    IF (DACTENBB.LE.DKWHB1B) THEN
        FACTENB1B = DACTENBB*VFENB1B
    ELSE
        FACTENB1B = DKWHB1B * VFENB1B + (DACTENBB-DKWHB1B)*VLENB1B
    ENDIF
    DBB1B = FXZB1B+FACTENB1B
C    finding the minim cost of the bill
    IF (RLOADBB.LT.5.0) THEN
        RLOADBBX = 5.0
    ELSE
        RLOADBBX = RLOADBB
    ENDIF
    DMINBB = IMPABB+(RLOADBBX-5.0)*IMXZBB
C    comparing the minum cost with the first cost of the bill B1B
    IF (DMINBB.GT.DBB1B) DBB1B=DMINBB
C    finding out the cost of the bill B2B
    FXZB2B = RLOADBB * IXZB2B
    FACTENB2B = DACTENBB* VENB2B
    DBB2B = FXZB2B+FACTENB2B
C    comparing the minum cost with the first cost of the bill B2B
    IF (DMINBB.GT.DBB2B) DBB2B=DMINBB
C    capacitor for correcting the real power factor to 0.80 for B1B & B2B
    CAPB_B1 =1.0*(DREACTENBB-DACTENBB*0.75)/(BARDIA*IWA)
    IF (QCB_B1.LT.CAPB_B1) THEN
        QCB_B1=CAPB_B1
    ENDIF
C    capacitor for correcting the real power factor to 0.85 for B1B & B2B
    CAPB_B2 =1.0*(DREACTENBB-DACTENBB*0.619744338)/(BARDIA*IWA)
    IF (QCB_B2.LT.CAPB_B2) THEN
        QCB_B2=CAPB_B2
    ENDIF
C    benefits of capacitor for power faxtors 0.8 & 0.85
    DFXB1B12=FXZB1B - ILOADBB*AG22B*IXZB1B
    DFXB2B12=FXZB2B - ILOADBB*AG22B*IXZB2B
    IF (DFXB1B12.LT.0.0) DFXB1B12=0.0
    IF (DFXB2B12.LT.0.0) DFXB2B12=0.0
C    capacitor for correcting the real power factor to 0.90 for B1B & B2B
    CAPB_B3 =1.0*(DREACTENBB-DACTENBB*0.484322104)/(BARDIA*IWA)
    IF (QCB_B3.LT.CAPB_B3) THEN
        QCB_B3=CAPB_B3
    ENDIF
C    benefits of capacitor for power faxtors 0.9
    DFXB1B3=FXZB1B - ILOADBB*AG22B*IXZB1B*0.85/0.9
    DFXB2B3=FXZB2B - ILOADBB*AG22B*IXZB2B*0.85/0.9
    IF (DFXB1B3.LT.0.0) DFXB1B3=0.0
    IF (DFXB2B3.LT.0.0) DFXB2B3=0.0
C    capacitor for corrccting the real power factor to 1,0 for B1B & B2B
    CAPB_B4 =1.0*(DREACTENBB-DACTENBB*0.0)/(BARDIA*IWA)
    IF (QCB_B4.LT.CAPB_B4) THEN
        QCB_B4=CAPB_B4
    ENDIF
C    benefits of capacitor for power faxtors 1,0
    DFXB1B4=FXZB1B - ILOADBB*AG22B*IXZB1B*0.85
    DFXB2B4=FXZB2B - ILOADBB*AG22B*IXZB2B*0.85
    IF (DFXB1B4.LT.0.0) DFXB1B4=0.0
    IF (DFXB2B4.LT.0.0) DFXB2B4=0.0
C    TOTAL SUM
    IF (IMLOADBB.LT.ILOADBB) THEN
        IMLOADBB=ILOADBB
    ENDIF
    IF (DMLOADBB.LT.RLOADBB) THEN
        DMLoadBB=RLOADBB
    ENDIF
    DTACTENBB = DACTENBB + DTACTENBB
    DTREACTENBB = DREACTENBB + DTREACTENBB
    ITA=ITA+IA
    ITBG22B = ITBG22B + IBG22B

```

```

      DTBB1B = DTBB1B + DBB1B
      DTBB2B = DTBB2B + DBB2B
      DTFXB1B12= DTFXB1B12+DFXB1B12
      DTFXB2B12= DTFXB2B12+DFXB2B12
      DTFXB1B3 = DTFXB1B3 +DFXB1B3
      DTFXB2B3 = DTFXB2B3 +DFXB2B3
      DTFXB1B4 = DTFXB1B4 +DFXB1B4
      DTFXB2B4 = DTFXB2B4 +DFXB2B4
      DIF1=DBG22B-DBB1B
      DIF2=DBG22B-DBB2B
      WRITE (ICH2,23) IA, IACTEN, IREACTEN, ILOAD, RLOAD, COSF,
*   DBG22B, CAPG22B, DACTENBB, DREACTENBB, ILOADBB, RLOADBB,
*   COSFBB, DBB1B, DBB2B, DIF1, DIF2, CAPB_B1, CAPB_B2, DFXB1B12, DFXB2B12,
*   CAPB_B3, DFXB1B3, DFXB2B3, CAPB_B4, DFXB1B4, DFXB2B4
100  CONTINUE
      TCOSF =1.0*ITACTEN/(SQRT(1.0*(ITACTEN**2+ITREACTEN**2)))
      TCOSFBB=DTACTENBB/(SQRT(1.0*(DTACTENBB**2+DTREACTENBB**2)))
      DIF1=DTBG22B-DTBB1B
      DIF2=DTBG22B-DTBB2B
      WRITE (ICH2,24)
      WRITE (ICH2,23) ITA, ITACTEN, ITREACTEN, IMLOAD, DMLoad, TCOSF,
*   DTBG22B, QCG22B, DACTENBB, DTREACTENBB, IMLOADBB, DMLoadBB,
*   TCOSFBB, DTBB1B, DTBB2B, DIF1, DIF2, QCB_B1, QCB_B2, DTFXB1B12, DTFXB2B12,
*   QCB_B3, DTFXB1B3, DTFXB2B3, QCB_B4, DTFXB1B4, DTFXB2B4
C-----
C      close the input file
      CLOSE(ICH1)
C-----
C      close the output file
      CLOSE(ICH2)
      END

```

Υπάρχει ένα αρχείο εισόδου που στην πρώτη γραμμή έχει τις ώρες της βάρδιας των εργασιμών ημερών, και τα βασικά στοιχεία του μετασχηματιστή, δηλαδή την τάση βραχυκύκλωσης -σε ανά μονάδα-, τις απώλειες σιδήρου -σε Watt-, τις απώλειες χαλκού υπό ονομαστικές συνθήκες -σε Watt-, την ονομαστική ισχύ του μετασχηματιστή -σε kVA- και το ποσοστό της αέργου ισχύος μαγνήτισης ως προς την ονομαστική ισχύ του μετασχηματιστή -ως καθαρός αριθμός. Σε κάθε μία από τις επόμενες 12 γραμμές υπάρχουν τα στοιχεία ημερών τιμολόγησης, των εργασιμών ημερών, της ενεργού και αέργου ενέργειας και της πραγματικής ισχύος για το τιμολόγιο Γ22/Β που έχουμε καταγράψει με τη βοήθεια των μετρητών της Δ.Ε.Η. για τους μήνες του τελευταίου έτους που λειτουργεί η παρούσα χημική βιομηχανία. Το αρχείο αυτό παρουσιάζουμε στη συνέχεια με το αντίστοιχο format που απαιτείται από το πρόγραμμα.

```

      8.00.040 6503250 2500.015
3121 8640 7920 72
3021 9840 8120 68
3323 15080 9280 80
3121 14800 7960 80
2820 15080 6360 88
3221 13280 11040 88
2921 10360 7720 80
2820 8920 7400 80
3020 9680 7800 84
3121 10120 8160 84
3015 7320 5880 84
3022 10600 8560 84

```

Στο αρχείο εξόδου υπάρχει ο αριθμός των ημερών τιμολόγησης του εκάστοτε μήνα, η αντίστοιχη ενεργός ενέργεια, η αέργος, η ενεργός ισχύς, η χρωστέα ισχύς, το κόστος και ο απαραίτητος πυκνωτής για την επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,85 για το τιμολόγιο Γ22/Β. Έπειτα ακολουθούν η ενεργός, η αέργος ενέργεια και η μέγιστη ενεργός ισχύς που θα καταγραφόταν σε περίπτωση χρήσης μέσης τάσης λόγω της προσθήκης του μετασχηματιστή. Στη συνέχεια έπονται τα αντίστοιχα κόστη των τιμολογίων B1B και B2B, οι ισχείς των απαραίτητων πυκνωτών για την επίτευξη συντελεστών ισχύος 0,8 και 0,85, οι οικονομικές βελτιώσεις των τιμολογίων μέσης τάσης ως προς τις αρχικές τους τιμές, οι ισχείς των απαραίτητων πυκνωτών για την επίτευξη συντελεστή ισχύος 0,9 και οι

αντίστοιχες οικονομικές βελτιώσεις των τιμολογίων μέσης τάσης ως προς τις αρχικές τους τιμές, οι ισχύεις των απαραίτητων πυκνωτών για την επίτευξη συντελεστή ισχύος 1,0 και οι αντίστοιχες οικονομικές βελτιώσεις των τιμολογίων μέσης τάσης ως προς τις αρχικές τους τιμές.

```

NUMBER*ACTIVE*REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER* COST * CAPACITOR * ACTIVE *REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY*
POWER* COST * COST *DIFFERE- *DIFFERE- * CAPACITOR * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-* CAPACITOR *
DIFFE- * DIFFE- * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-*
OF DAYS*ENERGY* ENERGY * LOAD * LOAD * LOAD * *IN KVAR FOR* ENERGY * ENERGY * LOAD * LOAD
* LOAD * B1B * B2B *NCE G22B *NCE G22B *IN KVAR FOR*IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *IN KVAR FOR*
RENCE * RENCE *IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *
IN BILL*IN KWH*IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR* IN DRXS * PWR 0.85 * IN KWH *IN KVARH* IN KW* IN KW
*FACTOR* IN DRXS * IN DRXS * <-> B1B * <-> B2B * PWR 0.80 * PWR 0.85 *IN B1B*IN B2B* PWR 0.90 *
IN B1B * IN B2B * PWR 1,00 *IN B1B*IN B2B*
31 8640 7920 72 85.8 0.7372 233563. 15.27 9126. 10717. 73 81.9
0.6483 298400. 220302. -64837. 13261. 23.05 30.13 14129. 5119. 37.48
23336. 8455. 63.79 38988. 14126.
30 9840 8120 68 74.9 0.7713 255007. 12.03 10311. 10828. 69 71.6
0.6896 291171. 232251. -36164. 22757. 18.42 26.42 5642. 2044. 34.73
14063. 5095. 64.45 28380. 10283.
33 15080 9280 80 88.0 0.8517 377695. -0.36 15600. 12265. 81 83.7
0.7861 386518. 331815. -8823. 45880. 3.07 14.11 0. 0. 25.60
0. 0. 66.66 17489. 6337.
31 14800 7960 80 82.7 0.8807 368884. -7.22 15288. 10764. 81 83.7
0.8177 382481. 326522. -13597. 42362. -4.18 7.67 0. 0. 20.00
10216. 3701. 64.07 27583. 9994.
28 15080 6360 88 82.1 0.9214 374784. -18.66 15522. 8895. 89 76.6
0.8676 369982. 324866. 4802. 49917. -17.16 -4.53 0. 0. 8.61
0. 0. 55.59 13232. 4794.
32 13280 11040 88 103.8 0.7690 345227. 16.72 13784. 13934. 89 98.8
0.7033 396031. 312937. -50804. 32290. 21.40 32.09 8413. 3048. 43.20
20001. 7246. 82.94 39699. 14383.
29 10360 7720 80 82.0 0.8019 269899. 7.73 10815. 10339. 81 78.1
0.7228 312120. 246045. -42220. 23854. 13.26 21.65 0. 0. 30.36
9159. 3319. 61.54 25406. 9205.
28 8920 7400 80 82.5 0.7696 238128. 11.70 9359. 9928. 81 78.6
0.6860 294223. 221660. -56095. 16468. 18.18 25.80 6553. 2374. 33.72
15781. 5718. 62.05 31467. 11401.
30 9680 7800 84 91.7 0.7787 259463. 11.26 10150. 10508. 85 87.3
0.6948 323716. 242072. -64253. 17391. 18.09 26.36 5116. 1854. 34.95
15491. 5613. 65.67 33128. 12003.
31 10120 8160 84 94.8 0.7785 270730. 11.24 10606. 10958. 85 90.3
0.6955 336084. 252156. -65355. 18573. 17.88 26.10 5339. 1934. 34.65
16060. 5819. 65.23 34285. 12422.
30 7320 5880 84 91.6 0.7796 206994. 11.20 7789. 8583. 85 87.2
0.6720 292807. 201843. -85813. 5151. 22.85 31.30 4882. 1769. 40.09
15256. 5528. 71.53 32893. 11918.
30 10600 8560 84 91.8 0.7780 279934. 11.31 11071. 11270. 85 87.4
0.7008 335843. 257785. -55908. 22149. 16.86 25.05 5282. 1914. 33.57
15656. 5672. 64.03 33293. 12063.
-----
FOR A YEAR-----
363 133720 96200 88 103.8 0.8118 3480308. 16.72 139421. 128988. 89 98.8
0.7340 4019375. 3170253. -539067. 310055. 23.05 32.09 55356. 20056. 43.20
155019. 56165. 82.94 355844. 128927.

```

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε μία άλλη εκτέλεση του προγράμματος έχοντας ουσιαστικά διπλασιάσει τις ώρες εργασίας κάθε μέρας -δύο βάρδιες- προς διπλασιασμό της παραγωγής διπλασιάζοντας την ενέργεια των κινητήρων, αλλά διατηρώντας σταθερή τη ζητούμενη ισχύ.

Ακολουθεί το αρχείο εισόδου :

```

16.00.040 6503250 2500.015
3121 17120 15480 72
3021 18320 15680 68
3323 24370 17560 80
3121 23280 15520 80
2820 23160 13560 88
3221 13280 11040 88
2921 18840 15280 80
2820 17000 14600 80

```

3020 17760 15000 84
 3121 18600 15720 84
 3015 13380 11280 84
 3022 19500 16480 84

Ακολουθεί το αρχείο εξόδου :

```

NUMBER*ACTIVE*REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER* COST * CAPACITOR * ACTIVE *REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY*
POWER* COST * COST *DIFFERE- *DIFFERE- * CAPACITOR * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-* CAPACITOR *
DIFFE- * DIFFE- * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-*
OF DAYS*ENERGY* ENERGY * LOAD * LOAD * LOAD * *IN KVAR FOR* ENERGY * ENERGY * LOAD * LOAD
* LOAD * B1B * B2B *NCE G22B *NCE G22B *IN KVAR FOR*IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *IN KVAR FOR*
RENCE * RENCE *IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *
IN BILL*IN KWH*IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR* IN DRXS * PWR 0.85 * IN KWH *IN KVARH* IN KW* IN KW
*FACTOR* IN DRXS * IN DRXS * <-> B1B * <-> B2B * PWR 0.80 * PWR 0.85 *IN B1B*IN B2B* PWR 0.90 *
IN B1B * IN B2B * PWR 1,00 *IN B1B*IN B2B*
31 17120 15480 72 85.3 0.7417 421650. 14.49 17620. 18322. 73 81.4
0.6932 407633. 364308. 14017. 57342. 15.20 22.03 13017. 4716. 29.13
22224. 8052. 54.53 37876. 13723.
30 18320 15680 68 76.1 0.7597 443894. 12.88 18808. 18440. 69 72.7
0.7140 403940. 377565. 39953. 66329. 12.90 20.19 8036. 2912. 27.77
16458. 5963. 54.88 30775. 11150.
33 24370 17560 80 92.2 0.8113 586031. 6.68 24912. 20615. 81 87.9
0.7704 516633. 493444. 69399. 92588. 5.25 14.06 0. 0. 23.23
8144. 2951. 56.02 26632. 9649.
31 23280 15520 80 84.5 0.8321 558077. 3.25 23788. 18386. 81 80.5
0.7912 485816. 468460. 72262. 89617. 1.62 10.84 0. 0. 20.43
3133. 1135. 54.72 20500. 7427.
28 23160 13560 88 82.1 0.8630 554241. -2.48 23623. 16162. 89 83.1
0.8253 489365. 467718. 64876. 86523. -4.86 4.75 0. 0. 14.75
10139. 3673. 50.51 27375. 9918.
32 13280 11040 88 103.8 0.7690 345227. 8.36 13788. 13947. 89 98.8
0.7030 396089. 313012. -50862. 32215. 10.73 16.08 8413. 3048. 21.63
20001. 7246. 41.51 39699. 14383.
29 18840 15280 80 84.6 0.7767 459511. 10.73 19314. 17955. 81 80.7
0.7324 428077. 392531. 31434. 66980. 10.33 17.81 5168. 1872. 25.60
14725. 5335. 53.44 30971. 11221.
28 17000 14600 80 83.7 0.7586 418157. 12.70 17455. 17177. 81 79.7
0.7128 401896. 360200. 16261. 57957. 12.77 19.87 9058. 3282. 27.26
18286. 6625. 53.68 33972. 12309.
30 17760 15000 84 93.5 0.7640 439763. 12.48 18245. 17753. 85 89.0
0.7167 432558. 381022. 7205. 58741. 12.72 20.14 8806. 3191. 27.86
19181. 6950. 55.48 36818. 13340.
31 18600 15720 84 96.6 0.7638 459943. 12.48 19102. 18568. 85 92.0
0.7171 450265. 397972. 9677. 61970. 12.62 20.03 9156. 3317. 27.73
19877. 7202. 55.26 38102. 13805.
30 13380 11280 84 93.4 0.7646 342449. 12.45 13855. 14003. 85 88.9
0.7034 375384. 306338. -32935. 36111. 15.05 22.57 8657. 3137. 30.38
19032. 6896. 58.34 36669. 13286.
30 19500 16480 84 93.5 0.7638 478420. 12.49 19991. 19251. 85 89.0
0.7203 455286. 410717. 23134. 67704. 12.10 19.49 8858. 3209. 27.18
19232. 6968. 54.69 36870. 13358.
-----
FOR A YEAR-----
-----
363 224610 177200 88 103.8 0.7851 5507362. 14.49 230503. 210578. 89 98.8
0.7383 5242941. 4733285. 264421. 774077. 15.20 22.57 79171. 28684. 30.38
190431. 68995. 58.34 396259. 143569.

```

Εκτός αυτής της παραλλαγής παρουσιάζουμε και μία τελευταία εκτέλεση του προγράμματος έχοντας ουσιαστικά διπλασιάσει τις ισχείς των κινητήρων -επιπλέον συμμετοχή στην αιχμή κατά 70 kW- και διατηρώντας τη μία βάρδια προς διπλασιασμό της παραγωγής διπλασιάζοντας συγχρόνως την ενέργεια των κινητήρων.

Ακολουθεί το αρχείο εισόδου :

```

8.00.040 6503250 2500.015
3121 17120 15480 142
3021 18320 15680 138
3323 24370 17560 150
3121 23280 15520 150
2820 23160 13560 158
3221 13280 11040 158
2921 18840 15280 150
2820 17000 14600 150

```

3020 17760 15000 154
 3121 18600 15720 154
 3015 13380 11280 154
 3022 19500 16480 154

Ακολουθεί το αρχείο εξόδου :

```

NUMBER*ACTIVE*REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY* POWER* COST * CAPACITOR * ACTIVE *REACTIVE*ACTIVE*FOR PAY*
POWER* COST * COST *DIFFERE- *DIFFERE- * CAPACITOR * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-* CAPACITOR *
DIFFE- * DIFFE- * CAPACITOR *DIFFE-*DIFFE-*
OF DAYS*ENERGY* ENERGY * LOAD * LOAD * LOAD * *IN KVAR FOR* ENERGY * ENERGY * LOAD * LOAD
* LOAD * B1B * B2B *NCE G22B *NCE G22B *IN KVAR FOR*IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *IN KVAR FOR*
RENCE * RENCE *IN KVAR FOR*RENCE *RENCE *
IN BILL*IN KWH*IN KVARH* IN KW* IN KW *FACTOR* IN DRXS * PWR 0.85 * IN KWH *IN KVARH* IN KW* IN KW
*FACTOR* IN DRXS * IN DRXS * <-> B1B * <-> B2B * PWR 0.80 * PWR 0.85 *IN B1B*IN B2B* PWR 0.90 *
IN B1B * IN B2B * PWR 1,00 *IN B1B*IN B2B*
31 17120 15480 142 168.1 0.7417 461272. 28.99 17612. 18296. 144 160.5
0.6935 581371. 427152. -120099. 34120. 30.28 43.93 25677. 9303. 58.13
43839. 15883. 108.90 74714. 27070.
30 18320 15680 138 154.4 0.7597 481329. 25.75 18798. 18410. 140 147.4
0.7144 568069. 436910. -86740. 44419. 25.67 40.24 16306. 5908. 55.39
33393. 12099. 109.58 62443. 22624.
33 24370 17560 150 172.9 0.8113 624592. 13.35 24899. 20572. 152 164.9
0.7709 685646. 554510. -61054. 70082. 10.32 27.94 0. 0. 46.27
15283. 5537. 111.81 49976. 18107.
31 23280 15520 150 158.3 0.8321 593398. 6.50 23776. 18348. 152 151.0
0.7917 640633. 524400. -47235. 68998. 3.07 21.51 0. 0. 40.67
5879. 2130. 109.21 38469. 13938.
28 23160 13560 158 147.5 0.8630 585470. -4.96 23610. 16121. 160 149.3
0.8259 634780. 520241. -49310. 65230. -9.92 9.30 0. 0. 29.29
18227. 6604. 100.76 49213. 17830.
32 13280 11040 158 186.3 0.7690 384678. 16.72 13784. 13934. 160 177.6
0.7033 569129. 375652. -184451. 9026. 21.40 32.09 15125. 5480. 43.20
35956. 13027. 82.94 71368. 25858.
29 18840 15280 150 158.7 0.7767 494909. 21.45 19303. 17923. 152 151.3
0.7328 583256. 448624. -88347. 46286. 20.51 35.47 9697. 3513. 51.03
27631. 10011. 106.68 58119. 21057.
28 17000 14600 150 156.9 0.7586 453148. 25.40 17446. 17148. 152 149.6
0.7132 555304. 415668. -102156. 37480. 25.40 39.60 16998. 6159. 54.37
34314. 12432. 107.18 63751. 23098.
30 17760 15000 154 171.3 0.7640 476991. 24.96 18237. 17727. 156 163.4
0.7171 595789. 440055. -118798. 36935. 25.31 40.15 16162. 5856. 55.59
35203. 12754. 110.79 67572. 24482.
31 18600 15720 154 177.1 0.7638 498422. 24.96 19093. 18539. 156 168.8
0.7174 618979. 458984. -120556. 39438. 25.11 39.92 16805. 6088. 55.31
36480. 13217. 110.35 69928. 25336.
30 13380 11280 154 171.2 0.7646 379648. 24.90 13852. 13991. 156 163.2
0.7036 538554. 365411. -158906. 14237. 30.02 45.06 15889. 5757. 60.69
34930. 12655. 116.59 67299. 24383.
30 19500 16480 154 171.4 0.7638 515658. 24.97 19980. 19215. 156 163.4
0.7208 618522. 469718. -102865. 45940. 24.04 38.83 16257. 5890. 54.20
35297. 12789. 109.18 67666. 24516.
-----
FOR A YEAR-----
363 224610 177200 158 186.3 0.7851 5949515. 28.99 230388. 210224. 160 177.6
0.7387 7190031. 5437325. -1240516. 512190. 30.28 45.06 148916. 53954. 60.69
356431. 129139. 116.59 740518. 268299.

```

Π 3.6 Πρόγραμμα Υπολογισμού Συντελεστή Χρησιμοποίησης από σύγκριση Κόστους Τιμολογίων Γ22/B, B1B και B2B

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πρόγραμμα με το οποίο προσδιορίζουμε τους συντελεστές χρησιμοποίησης για τους οποίους εξισώνονται τα κόστη των τιμολογίων Γ22/B –B1B, Γ22/B – B2B, B1B –B2B έχοντας ως μεταβλητές την ενέργεια και το συντελεστή ισχύος. Η ενέργεια λαμβάνει τιμές από 1.000 ως 100.000 kWh με βήμα 1.000 kWh, ενώ ο συντελεστής ισχύος από 0,30 ως 1,00 με βήμα 0,05. Παράλληλα θεωρούμε ότι δεν υπάρχει έκπτωση στη χρέωση ισχύος, ό,τι τιμή και αν λάβει ο συντελεστής χρησιμοποίησης, καθώς η μέγιστη ζήτηση αιχμής είναι ίση με τη μέγιστη καταγραφείσα ενεργό ισχύ.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα γραμμένο σε FORTRAN.

```

C *****
C *
C *      P R O G R A M      COMPARING G22B B1B B2B      CASE I
C *
C *      This program finds out the ratio of P*T/E so as to be cheaper B1B*
C *      from G22B, B2B from G22B, B1B from B2B .The costants are the
C *      active power factor.
C *
C *****

      PROGRAM B1B_B2B_G22BCI

C -----
C      Include definitions
C      IACTEN is the Integer number of ACTive Energy per month in kWh
C      RLOGOS1 is the factor of using electricity for G22B <-> B1B
C      RLOGOS2 is the factor of using electricity for G22B <-> B2B
C      RLOGOS3 is the factor of using electricity for B2B <-> B1B
C      IPAG22B is the Integer for PAgio per month in drxs for G22B
C      IXZG22B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for G22B
C      VENG22B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kW for G22B
C      FNAME is the variable name for file
C      FNAME2 is the output name file
C      ICH2 is the channel name for FNAME2
C      IP1 is the length of file name of FNAME1
C      CPAR1 is the penalty Cost PARMeter for G22B
C      IXZB1B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for B1B
C      IXZB2B is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for B2B
C      IMPABB is the Integer value for Pagio in drxs for B1B and B2B for the minimum cost
C      IMXZBB is the Integer value of maXimumload in drxs/kW for B1B and B2B for the
C      minimum cost
C      VFENB1B is the real Value of price of active First 400*ILOAD kWh Energy
C      in drxs/kWh for B1B
C      VLENB1B is the real Value of price of active ENergy of the rest kWh in drxs/kWh
C      for B1B
C      VENB2B is the real Value of price of active ENergy in drxs/kWh for B2B
C -----
      INTEGER IPAG22B,IXZG22B,IPAG23B,IBG22B1,IBG22B2
      INTEGER IPOWER,IACTEN
      REAL VENG22B,VDENG23B,VNENG23B,RLOGOS
      CHARACTER*16 FNAME,FNAME1, FNAME2
C -----
C      defining the format of row of input file
10 FORMAT ( I2,I2, 2 (I6),I4 )
11 FORMAT (F4.2)
C      defining the format of the output file
20 FORMAT ( ' POWER *      RATIO *      RATIO *      RATIO ' )
21 FORMAT ( ' FACTOR*      G22B *      G22B *      B2B ' )
22 FORMAT ( '          *      B1B *      B2B *      B1B ' )
23 FORMAT ( (' '),F6.4,(' '),F9.6,(' '),F9.6,(' '),F9.6,(' '),F9.6)
24 FORMAT (30('-'),'ACTIVE ENERGY => ', I6)
C -----
C      constants
      IPAG22B = 640
      IXZG22B = 478
      VENG22B = 22.21
      MINLOAD = 18.0
      IXZB1B = 2197
      IXZB2B = 796
      VFENB1B = 12.99
      VLENB1B = 8.62
      VENB2B = 17.00
C -----
C      create the name of input and output file name
      PRINT *, 'ENTER TXT FILE NAME (only 8 characters): '
      READ *, FNAME
C      output channel
      ICH2 = 11
C      IP1 = count the length of the name of data file
      IP1 = LEN_TRIM (FNAME)
C      create the complete name of data file and output file
      FNAME2 = FNAME(1:IP1) //''.OUT'
C      opening the output file
      OPEN ( ICH2, FILE = FNAME2, ACCESS='SEQUENTIAL')
      WRITE (ICH2,20)
      WRITE (ICH2,21)
      WRITE (ICH2,22)
C      finding the cost of G22B bill without or no capacitor

```



```

C      for typical month
C      different steps of parameter of using the electricity
      DO 200 IACTEN=1000,100000,1000
        WRITE (ICH2,24) IACTEN
C      different steps of cosf
      DO 100 I=1,15
        COSF = 0.25 + 0.05 * I
C      finding the penalty parameter for bad power load factor for G22B
      IF (COSF.LT.0.85) THEN
        CPARG22B = 0.85/COSF
      ELSE
        CPARG22B =1.0
      ENDIF
C      finding the penalty parameter for bad power load factor for B1B & B2B
      IF (COSF.LT.0.8) THEN
        CPARB_B = 0.8/COSF
      ELSE
        IF (COSF.GT.0.85) THEN
          CPARB_B = 0.85/COSF
        ELSE
          CPARB_B = 1.0
        ENDIF
      ENDIF
C      G22B-B1B
      RLOGOS1 =1./((720.0*(1.*IPAG22B/IACTEN+(VENG22B-VFENB1B))
    */((IXZB1B*CPARB_B-IXZG22B*CPARG22B)))
      RPROX = 400./720.
      IF (RLOGOS1.GE.RPOX) THEN
        RLOGOS1 =1./((720.0*(1.*IPAG22B/IACTEN+(VENG22B-VLENB1B))
    */((IXZB1B*CPARB_B-IXZG22B*CPARG22B+400.*(VFENB1B-VLENB1B))))
      ENDIF
C      G22B-B2B
      RLOGOS2 =1./((720.0*(1.*IPAG22B/IACTEN+(VENG22B-VENB2B))
    */((IXZB2B*CPARB_B-CPARG22B*IXZG22B)))
C      B2B-B1B
      RLOGOS3 =1./((720.0*(VENB2B-VFENB1B)
    */((IXZB1B-IXZB2B)*CPARB_B))
      RPROX = 400./720.
      IF (RLOGOS3.GE.RPOX) THEN
        RLOGOS3 =1./((720.0*(VENG22B-VLENB1B)
    */((IXZB1B-IXZB2B)*CPARB_B+400.*(VFENB1B-VLENB1B))))
      ENDIF
      WRITE (ICH2,23) COSF,RLOGOS1,RLOGOS2,RLOGOS3
100    CONTINUE
200    CONTINUE
C-----
C      close the output file
      CLOSE(ICH2)
      END

```

Ακολουθεί το αρχείο εξόδου του συντελεστή χρησιμοποίησης ως προς το συντελεστή ισχύος ως προς τα διάφορα επίπεδα ενέργειας -παρουσιάζουμε τις δύο ακραίες τιμές της ενέργειας, διότι τελικά δε διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής του συντελεστή:

POWER FACTOR*	RATIO G22B * B1B	RATIO * G22B * B2B	RATIO * B2B * B1B	
-----ACTIVE ENERGY =>				1000
0.3000	0.610246	0.182415	0.560461	
0.3500	0.547441	0.156356	0.505916	
0.4000	0.500337	0.136812	0.465007	
0.4500	0.463700	0.121610	0.433189	
0.5000	0.434391	0.109449	0.407734	
0.5500	0.410411	0.099499	0.386908	
0.6000	0.390428	0.091208	0.369553	
0.6500	0.373519	0.084192	0.354868	
0.7000	0.359025	0.078178	0.342280	
0.7500	0.346464	0.072966	0.331371	
0.8000	0.335473	0.068406	0.321826	
0.8500	0.338389	0.075499	0.321826	
0.9000	0.326476	0.064999	0.313871	
0.9500	0.315817	0.055606	0.306754	
1.0000	0.306224	0.047151	0.300349	

.....

```
-----ACTIVE ENERGY => 100000
0.3000  0.638683  0.204572  0.560461
0.3500  0.572952  0.175348  0.505916
0.4000  0.523653  0.153429  0.465007
0.4500  0.485309  0.136381  0.433189
0.5000  0.454634  0.122743  0.407734
0.5500  0.429537  0.111585  0.386908
0.6000  0.408622  0.102286  0.369553
0.6500  0.390925  0.094418  0.354868
0.7000  0.375756  0.087674  0.342280
0.7500  0.362610  0.081829  0.331371
0.8000  0.351107  0.076715  0.321826
0.8500  0.354158  0.084669  0.321826
0.9000  0.341690  0.072895  0.313871
0.9500  0.330534  0.062360  0.306754
1.0000  0.320494  0.052878  0.300349
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σε αυτό το παράρτημα παρουσιάζουμε τα ελληνικά και ξένα συγγράμματα, τις σημειώσεις, τα άρθρα, τις εργασίες και τα ενημερωτικά φυλλάδια από τα οποία αντλήθηκαν πληροφορίες κατά τη συγγραφή της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας. Μέσα στο κείμενο γίνεται αναφορά σε ορισμένα από αυτά, όταν πρόκειται να γίνει χρήση πινάκων ή ειδικών γραφημάτων, χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη αρίθμηση.

Π 4.1 Ελληνική Βιβλιογραφία

- [E1] Κ.Βουρνάς, Γ.Κονταξής : « Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας », Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1997
- [E2] Ι.Α.Τεγόπουλος : « Ηλεκτρικές Μηχανές », Μέρος Α, Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Συμμετρία, 1973
- [E3] Ι.Α.Τεγόπουλος : « Ηλεκτρικές Μηχανές », Μέρος Β, Δεύτερη Έκδοση, Εκδόσεις Συμμετρία, 1991
- [E4] Γ.Κονταξής, Β.Κ.Παπαδιάς : « Ηλεκτρική Οικονομία », Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1996
- [E5] Π.Δ.Μπούρκας : « Βιομηχανικές - Κτιριακές Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις», Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1998
- [E6] Π.Δ.Μπούρκας : « Εφαρμογές Εγκαταστάσεων σε Νοσοκομεία », Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1996
- [E7] Π.Ντοκόπουλος : « Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Χαμηλής & Μέσης Τάσης», Δεύτερη Έκδοση, Εκδόσεις Ζήτη, 1992
- [E8] Φ.Β.Τοπαλής : « Φωτοτεχνία, Βασικές αρχές φωτομετρίας και μελέτες φωτισμού », Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1994
- [E9] Σ.Μανιάς : « Ηλεκτρονικά Ισχύος », Τόμος Ι, Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Συμεών, 1988
- [E10] Σ.Μανιάς : « Ανώτερα Κεφάλαια Ηλεκτρονικών Ισχύος», Πρώτη Έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 1998
- [E11] « Ηλεκτρολογική Νομοθεσία », Τρίτη Έκδοση, Εκδόσεις Κάπου, 1995
- [E12] « Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων », Τέταρτη Έκδοση, Εκδόσεις Κάπου, 1995

- [E13] Σπύρος Π. Αναστασιάδης : « Κλιματισμός, Χειμώνα-Καλοκαίρι », Ένατη Έκδοση, Αθήνα 1995
- [E14] Δημήτρης Ι. Καργάς : «Οδηγός Υδραυλικών Εγκαταστάσεων, Θέρμανση-Υδραυλικά-Αποχέτευση-Πυρόσβεση και Στοιχεία Πρόληψης Ατυχημάτων», 1^η Έκδοση, Ο.Β.Υ.Ε., Αθήνα 1995
- [E15] Αλ.Σ.Χονδρογιάννης : « Υδραυλικά και Θέρμανση », 2^η Έκδοση, Επιστημονικές Εκδόσεις, Αθήνα 1991
- [E16] Γ.Μαλαχίας, Π.Μιχάλη : « Κεντρικές Θερμάνσεις με Μονοσωλήνιο Σύστημα », 1^η Έκδοση, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 1992
- [E17] Γ.Κ.Κοτζάμπασης : « Βοηθός Μελετών Θέρμανσης », 2^η Έκδοση, Αθήνα 1967
- [E18] Π.Κάπρος, Κ.Ντελκής, Τ.Γεωργακόπουλος : «Οικονομική ανάλυση των επιχειρήσεων », 1^η Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1996
- [E19] Β.Ασημακόπουλος: « Μέθοδοι Προβλέψεων », 1^η Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1994
- [E20] Π.Κάπρος : «Ενεργειακή Οικονομία», 1^η Έκδοση, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1994

Π 4.2 Ξένη Βιβλιογραφία

- [Ξ1] S.Chapman : « Electical Machines DC-AC », second edition, McGraw-Hill, 1991
- [Ξ2] B.K.Bose : « Power Electiconics and AC Drive », third edition, Pretice Hall, 1985
- [Ξ3] J.N. Swisher, G.d M. Janussi, R.Y.Redlinger : « Integrated Resource Planning », first edition, Printed by : Grafisk Service, Riso National Laboratory, Denmark, November1997
- [Ξ4] M.G.Say : « The Performance and Design of Alternating Current Machines », third edition, Sir Isaac Pitman and Sons Ltd, Engineering Degree Series, 1961

Π 4.3 Εκθέσεις

- [Σ1] Δ.Ε.Δ.-Δ.Ε.Η. : « Έρευνα ηλεκτρικού φορτίου στους οικιακούς και βιομηχανικούς καταναλωτές χαμηλής τάσης », Αθήνα, 1992
- [Σ2] Δ.Ε.Δ.-Δ.Ε.Η. : « Η μελέτη ηλεκτρικού φορτίου στη Δ.Ε.Η. για τα έτη 1988-1993 », Αθήνα, Δεκέμβριος 1994

Π 4.4 Άρθρα

- [Α1] R. A. Peddie : « A Credit and Load Management System – Design Considerations », IEEE Trasactions on Power Engineering Society Apparatus and Systems , Vol. PAS –102 , August 1983 , pp. 2592-2599 or Talukdar & Gellings : “Load Management”, IEEE Press, pp. 48-55

- [A2] J. E. Flory , J. H. Chamberlin : « Reflecting Customer Needs in Demand Side Management Planning » , IEEE Power Engineering Society Winter Meeting , 1985 or Talukdar & Gellings : “Load Management”, IEEE Press, pp. 70-76
- [A3] J. H. Broehl : « An End-Use Approach to Demand Forecasting » , IEEE Power Engineering Society Summer Meeting , 1980 or Talukdar & Gellings : “Load Management”, IEEE Press, pp. 117-121
- [A4] B. F. Hastings , J. H. Byron : « A Method for Calculating Direct Operating Load Management Benefits from Thermal Storage Devices » , IEEE Power Engineering Society Winter Meeting , 1980 or Talukdar & Gellings : “Load Management”, IEEE Press, pp. 150-154
- [A5] J. L. Seelke Jr. : « Assessing the Benefits of Load Control » , IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems , Vol. PAS-101 , October 1982 , pp. 3892-3901 or Talukdar & Gellings : “Load Management”, IEEE Press, pp. 178-186

Π 4.5 Ενημερωτικά Φυλλάδια

- [Φ1] « Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα Κτήρια», του Κ.Α.Π.Ε.
- [Φ2] « Οδηγός Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων», του Κ.Α.Π.Ε.
- [Φ3] « Οδηγός Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας», του Κ.Α.Π.Ε.
- [Φ4] « Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Φωτισμό», του Κ.Α.Π.Ε.
- [Φ5] «Κλιματιστικά Μηχανήματα Τοίχου », της Interklima
- [Φ6] «Μετασχηματιστές Διανομής », της ΕΛΒΗΜ
- [Φ7] «Τιμοκατάλογος Ηλεκτρολογικού Υλικού 1999 », της ΑΒΒ
- [Φ8] «Λαμπρές Ιδέες για να εξοικονομείται ρεύμα και χρήμα κάθε μέρα μέχρι και 25% », της Δ.Ε.Η.
- [Φ9] «Τιμοκατάλογος Θέρμανσης 1999 », της Soulis