



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (ΜΒΑ)

Διπλωματική Εργασία

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ**

Χρήστου Λ. Χρήστος

Πειραιάς, 2010

Αφιερώνεται στους γονείς μου
Λάμπρο και Μαργαρίτα
και στην αδερφή μου Ιωάννα

Ευχαριστίες

Επιβλέπων καθηγητής κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Επίκουρος Καθηγητής κ. Π. Αρτίκης, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτού του τόσο ενδιαφέροντος θέματος καθώς και για την αμέριστη συμπαράσταση του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η ενεργειακή διαχείριση αποτελεί σήμερα μέρος της συνολικής διοίκησης μίας βιομηχανικής μονάδας, με σκοπό την ανάδειξη των καταλληλότερων τρόπων βελτιστοποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς αλλά και αποτελεσματικότερης διαχείρισης των οικονομικών πόρων από τα στελέχη των μονάδων. Στα πλαίσια αυτών των τρόπων δράσης προκειμένου να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και κεφαλαίου από την επιχείρηση, η παρούσα εργασία θέτει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της την αξιολόγηση επένδυσης στη θερμομόνωση μίας αρκετά μεγάλης βιομηχανίας παραγωγής σοκολάτας.

Η βιομηχανική αυτή μονάδα στεγάζεται στον Πειραιά και καλύπτει έκταση περίπου ίση με 5 στρέμματα. Από την αρχή της λειτουργίας της διαγράφει συνεχώς μία ανοδική και πολύ κερδοφόρα πορεία. Η διοίκηση της μονάδας, τα τελευταία χρόνια, δίνει έμφαση στην αυτοματοποίηση της παραγωγής και δείχνει ιδιαίτερη ευαισθητοποίηση σε θέματα διαχείρισης ενέργειας και περιβαλλοντικής πολιτικής. Η μονάδα καταναλώνει θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Το πλέον, όμως ενεργοβόρο τμήμα της επιχείρησης που συγχρόνως χρήζει και άμεση βελτίωση είναι ο κλιματισμός των χώρων παραγωγής και αποθήκευσης των προϊόντων του εργοστασίου. Αποφασίστηκε, λοιπόν, να επενδυθεί ένα σημαντικό κεφάλαιο στην αποτελεσματική θερμομόνωση τόσο των εσωτερικών όσο και των εξωτερικών τοιχωμάτων του εργοστασίου. Αφού συλλέχθηκαν τα ενεργειακά δεδομένα και υπολογίστηκε η κατανάλωση της ενέργειας, ακολούθησε η επεξεργασία των δεδομένων αυτών. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η κατανομή της ενέργειας ανά χώρο και όπου αυτό απαιτούνταν και ανά μήνα, κατέδειξε το μέγεθος της εξοικονόμησης ενέργειας και χρηματικών πόρων που θα επιφέρει η επένδυση αυτή στην επιχείρηση. Επίσης με τα δεδομένα αυτά υπολογίστηκαν συγκεκριμένοι δείκτες με στόχο τη χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης στη θερμομόνωση του κτιρίου.

Με γνώμονα την κατανάλωση ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα ακολουθούν στο τέλος της παρούσας εργασίας αναλυτικά συμπεράσματα καθώς και επισήμανση των προοπτικών που ανοίγονται με την υιοθέτηση πρωτοποριακών επενδύσεων στην ενεργειακή διαχείριση στον τομέα της βιομηχανίας, έναν από τους πλέον ενεργοβόρους τομείς παγκοσμίως.

Σημαντικοί όροι: Εξοικονόμηση Ενέργειας, Θερμομόνωση Βιομηχανίας, Αξιολόγηση Επενδύσεων, Χρηματοοικονομικοί Δείκτες.

Κατάσταση Πινάκων

1	Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας εξοικονόμησης από τη μείωση των απωλειών προς εσωτερικούς χώρους	77
2	Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας εξοικονόμησης από την τοποθέτηση μόνωσης στην οροφή του Β ορόφου	78
3	Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας εξοικονόμησης από τη μείωση των απωλειών προς το περιβάλλον	79
4	Πίνακας υπολογισμού μεταβαλλόμενων καθαρών ταμειακών ροών	88

Κατάσταση Διαγραμμάτων

1	Εμπόδια υιοθέτησης Τεχνολογιών Εξοικονόμησης Ενέργειας	18
2	Σύγκριση ανά μήνα των αποτελεσμάτων των απωλειών των ψυκτικών φορτίων πριν και μετά τη θερμομόνωση της οροφής του Β ορόφου.	82
3	Σύγκριση ανά μήνα των αποτελεσμάτων των απωλειών των ψυκτικών φορτίων πριν και μετά τη θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου.	83

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1	Αντικειμενικός σκοπός	10
1.2	Δομή διπλωματικής εργασίας	10
2.	Η ΑΝΑΓΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΕΜΠΟΔΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ	
2.1	Εισαγωγή στο ενεργειακό πρόβλημα	14
2.1.1	Έννοια και περιεχόμενο της Εξοικονόμησης Ενέργειας(ΕΞΕ)	16
2.2	Βασικά εμπόδια υιοθέτησης τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας.	17
2.2.1	Συμπεριφορικά εμπόδια	20
2.2.2	Οργανωτικά εμπόδια	22
2.2.3	Χρηματοοικονομικά εμπόδια	23
2.2.4	Θεσμικά εμπόδια	24
2.2.5	Εμπόδια και αποτυχίες της αγοράς	26
2.2.6	Αβεβαιότητα	28
2.2.7	Ύπαρξη άλλων επενδυτικών σχεδίων	28
2.2.8	Κρυμμένα κόστη	29
2.2.9	Κίνδυνος	30
2.2.10	Εμπόδια και δαπάνες συναλλαγής	31
3.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ	
3.1	Εισαγωγή	34
3.2	Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης	34
3.2.1	Βασικές διαφορές μεταξύ ΚΠΑ και ΕΣΑ	37
3.3	Δυνατότητες Χρηματοδότησης	40
3.3.1	Κλασικές μορφές χρηματοδότησης	40
3.3.2	Σύγχρονοι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί	40

3.4	Μέθοδοι εξόφλησης δανείων	42
4.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	
4.1	Βασικές έννοιες	45
4.2	Προτεινόμενες επεμβάσεις	47
4.3	Θερμομονωτικά υλικά	48
4.4	Υπολογισμός συντελεστή μετάβασης	49
4.5	Υπολογισμός θερμικών απωλειών σε τοιχώματα	52
4.6	Υπολογισμός θερμικών απωλειών σε δεξαμενές βαρέως καυσίμου	55
4.7	Υπολογισμός θερμικών απωλειών σε θερμογέφυρες	57
4.8	Υπολογισμός θερμοκρασίας εξωτερικής επιφανείας μόνωσης	58
4.9	Υπολογισμός πάχους μόνωσης με τεχνικά κριτήρια	59
4.10	Υπολογισμός πάχους μόνωσης με οικονομικά κριτήρια	66
4.11	Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας	68
4.12	Υπολογισμός χρόνου απόσβεσης	69
5.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΕ ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΟΚΟΛΑΤΑΣ	
5.1	Εισαγωγή	71
5.2	Γενικές παραδοχές	72
5.2.1	Δράσεις νοικοκυρέματος	72
5.2.2	Δράσεις ανακατασκευής	72
5.3	Η βιομηχανική μονάδα	73
5.3.1	Εισαγωγή	73
5.3.2	Περιγραφή υπάρχουσας κατάστασης	74
5.4	Μελέτη περίπτωσης	74
5.4.1	Γενικές παραδοχές	75
5.4.2	Υπολογισμοί	76
5.4.3	Μονάδες ενέργειας-Ανάλυση αποτελεσμάτων	81
5.5	Χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης	83

5.5.1	Το υπόδειγμα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων	83
5.5.2	Υπολογισμοί χρηματοοικονομικών δεικτών	86
5.5.2.1	Πρώτο σενάριο: σταθερές ταμειακές ροές	87
5.5.2.2	Δεύτερο σενάριο: μεταβλητές ταμειακές ροές	88
5.6	Συμπεράσματα	90
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	
6.1	Γενικά συμπεράσματα	93
6.2	Προοπτικές	95
6.2.1	Σχεδιασμός προγράμματος ΕΞΕ	98
	ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100
	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

1.1 Αντικειμενικός σκοπός

Κατά κανόνα ο όρος θερμομόνωση συσχετίζεται με εφαρμογές στον τομέα των κτιρίων. Η ανάγκη, όμως, για ενίσχυση της προσπάθειας εξοικονόμησης ενέργειας και περιβαλλοντικής προστασίας επιβάλλει την εκμετάλλευση κάθε δυνατότητας, σε οποιοδήποτε τομέα είναι αυτό εφικτό.

Ένας από τους περισσότερο ενεργοβόρους τομείς είναι η βιομηχανία. Το κυριότερο, ίσως, εργαλείο εξοικονόμησης θερμικής αλλά και ηλεκτρικής ενέργειας είναι η θερμομόνωση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Ο τομέας αυτός μέχρι τώρα δεν έτυχε της συστηματικής επιστημονικής ενασχόλησης, σε σχέση με τη σημαντικότητα του, καθώς συνήθως αντιμετωπίζεται με εμπειρικό τρόπο.

Η μελέτη θερμομόνωσης μιας βιομηχανικής εγκατάστασης δεν αποσκοπεί μόνο στην ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απωλειών του συστήματος. Εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών λειτουργίας, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, όπως, για παράδειγμα, η παρουσία υγρασίας, προκαλείται φυσική και χημική φθορά στο θερμομονωτικό υλικό, το οποίο, επομένως, πρέπει να αντικαθίσταται περιοδικά. Είναι σαφές πως όσο μικρότερη είναι η περίοδος αντικατάστασης του θερμομονωτικού υλικού, τόσο μειωμένες θα είναι οι ενεργειακές απώλειες του συστήματος. Όμως ταυτόχρονα, αυξάνεται το κόστος θερμομόνωσης, που είναι οικονομικό για τη συγκεκριμένη βιομηχανική εφαρμογή, αλλά και περιβαλλοντικό, αφού η παραγωγή και χρήση θερμομονωτικού υλικού περιλαμβάνει σημαντικό ενεργειακό κόστος.

Τελικά, καθίσταται σαφές, πως το οικονομικό και το ενεργειακό-περιβαλλοντικό κόστος είναι αλληλένδετα μεγέθη και η ελαχιστοποίηση του κόστους στη βιομηχανική θερμομόνωση, είναι, τελικά, και ελαχιστοποίηση ενεργειακής κατανάλωσης και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Η παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει ένα γενικευμένο βοήθημα για την εξοικονόμηση ενέργειας σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, σε συνδυασμό με τα απαραίτητα στοιχεία που θα χαρακτηρίζουν την εκάστοτε βιομηχανική εφαρμογή.

Η παρούσα μελέτη θέτει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντός της την οικονομική ανάλυση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στη θερμομόνωση βιομηχανίας. Γίνεται προσπάθεια μέσα από την εξέταση συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης να γίνει κατανοητό πόσο σημαντική εξοικονόμηση επιτυγχάνεται από τέτοιου είδους παρεμβάσεις στο βιομηχανικό τομέα.

1.2 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια πρώτη γνωριμία με το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη προσπάθεια των κρατών μελών της Ε.Ε. αλλά και της Ελλάδας ειδικότερα για χάραξη καινούργιων ενεργειακών πολιτικών ικανοποιώντας τις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κυότο. Ακολουθεί η εννοιολογική κατηγοριοποίησή των επιμέρους εμποδίων τα οποία οι νέες επενδύσεις σε θέματα ενέργειας καλούνται να αντιμετωπίσουν και να ξεπεράσουν.

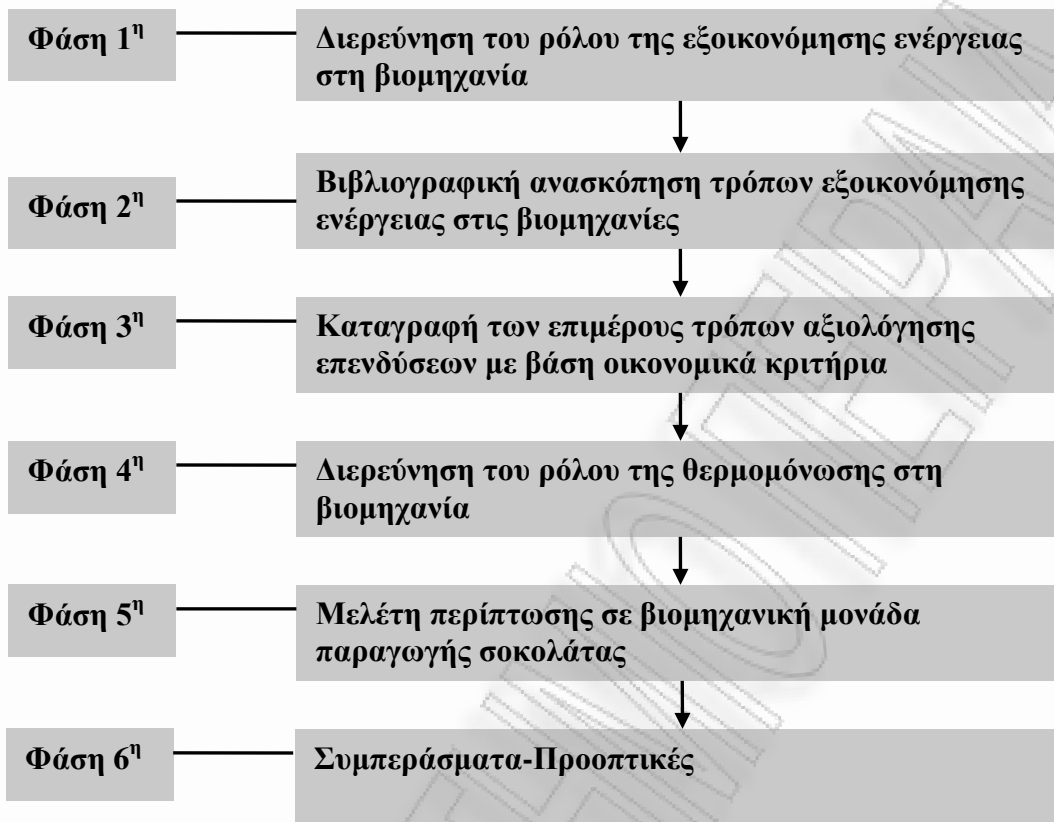
Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζονται οι χρηματοοικονομικές μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων για την υλοποίηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και οι τρόποι χρηματοδότησης τέτοιων επενδυτικών σχεδίων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους εννοιών που σχετίζονται με την θερμομόνωση των κτιρίων. Στη συνέχεια γίνεται συγκεκριμένη αναφορά στη θερμομόνωση στη βιομηχανία και αναλύονται διεξοδικά οι υπολογισμοί του πάχους μόνωσης τόσο με τεχνικά όσο και με οικονομικά κριτήρια προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης, η οποία εστιάζει στην εξοικονόμηση ενέργειας και οικονομικών πόρων μέσα από την επένδυση στη θερμομόνωση σε βιομηχανία παραγωγής σοκολάτας. Ο σκοπός του κεφαλαίου είναι να καταδείξει σε χρηματοοικονομικούς όρους πόσο συμφέρουσα μπορεί, μια τέτοιου επένδυση να αποβεί για ολόκληρη την βιομηχανία. Θα πρέπει να τονισθεί ότι το όνομα και τα στοιχεία της εταιρίας είναι φανταστικά και η χρήση τους γίνεται μόνο για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας.

Το τελευταίο κεφάλαιο(έκτο) αφιερώνεται στην συγκεντρωτική παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων - συμπερασμάτων που προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη. Τέλος, καταγράφονται κάποιες προοπτικές για τις ευρύτερες δυνατότητες χρησιμοποίησης της προτεινόμενης προσέγγισης σε επενδυτικές δραστηριότητες και σε άλλους τομείς εξοικονόμησης ενέργειας

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ Νοεμβρίου 2009 και Μαρτίου 2010 όπως παρουσιάζεται και στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 1: Φάσεις εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Η ΑΝΑΓΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΕΜΠΟΔΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ

2.1 Εισαγωγή στο ενεργειακό πρόβλημα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καταναλώνει όλο και περισσότερη ενέργεια, εισάγοντας περισσότερα ενεργειακά προϊόντα, καθώς αντιπροσωπεύει το 14-15% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης ενώ δημογραφικά αποτελεί το 6% του παγκόσμιου πληθυσμού (Κουνέτας Η., Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα 2007). Μάλιστα, η κοινοτική παραγωγή δεν αρκεί για να καλύψει τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες των κρατών-μελών αυξάνοντας την ενεργειακή της εξάρτηση από το εξωτερικό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις έντονες μεταβολές των ενεργειακών τιμών παγκοσμίως, θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης της Ευρωζώνης αποκαλύπτοντας τις διαρθρωτικές αδυναμίες του ενεργειακού εφοδιασμού της. Ωστόσο, ακόμα και χωρίς την αστάθεια και τις υψηλές τιμές στον χώρο των τιμών του πετρελαίου η Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει να κινηθεί ταχύτατα και αποφασιστικά προς την χάραξη καινούργιων ενεργειακών πολιτικών ικανοποιώντας τις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κυότο.

Με δεδομένο ότι, οι ενεργειακές της επιλογές καθορίζονται κυρίως από το διεθνές περιβάλλον, η αύξηση των κρατών-μελών σε 30 με διαφορετικές διαρθρώσεις του ενεργειακού τομέα (κατανάλωση και παραγωγή) θα επιφέρει αύξηση της ζήτησης για ενέργεια. Από την άλλη πλευρά παίρνοντας υπόψη ότι οι πηγές ίδιας παραγωγής αναμένονται να καλύπτουν τα επόμενα 20 με 30 χρόνια μόνο το 30% της συνολικής ζήτησης και ταυτόχρονα την “απειλή” από το φαινόμενο του θερμοκηπίου με τις αναμενόμενες αρνητικές συνέπειες στις οικονομικές δραστηριότητες, η προώθηση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας (energy efficiency) προς όλα τα επίπεδα της Ευρωπαϊκής οικονομίας αποτελεί κυρίαρχη πολιτική αντιμετώπισης.

Είναι γεγονός ότι, οι ενεργειακές επιλογές της ΕΕ εξαρτώνται από την περιορισμένη ενεργειακή της επάρκεια όπως και από τις διαθέσιμες τεχνολογίες. Ωστόσο, σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί θα μπορούσε να εξοικονομεί ποσοστό ίσο με 20% της τρέχουσας ενεργειακής κατανάλωσης με αποδοτικό τρόπο. Από την άλλη πλευρά, η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί ένα ταχύτερο, αποτελεσματικότερο και οικονομικά αποδοτικό τρόπο για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων και την βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Μάλιστα μια ανάπτυξη της ενεργειακής αποδοτικότητας θα επιφέρει μια μείωση της τάξης του 35-51% των εκπομπών CO₂ (Κουνέτας Η., Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα 2007). Επομένως, θα συμβάλει ώστε τα κράτη-μέλη να

ανταποκριθούν επιτυχώς στις υποχρεώσεις τους σε σχέση με το Πρωτόκολλο του Κυότο.

Επίσης, αποτελεί σημαντική συμβολή και στην προσπάθεια περιορισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου ως τμήμα ενός μελλοντικού καθεστώτος της σύμβασης πλαισίου του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή. Τέλος, μια αποτελεσματική πολιτική βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, ιδιαίτερα στο χώρο της βιομηχανίας που αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της συνολικής ενεργειακής καταναλώσεως, αναμένεται να έχει σημαντική θετική συμβολή τόσο στην ανταγωνιστικότητα όσο και στην απασχόληση στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δηλαδή στους κεντρικούς άξονες πολιτικής της ατζέντας της Λισσαβόνας. Σημαντικός αριθμός μελετών έχουν υπολογίσει ότι μια αποτελεσματική πολιτική στο θέμα της ενεργειακής εξοικονόμησης θα μπορούσε, δυνητικά, να δημιουργήσει αρκετές θέσεις εργασίας υψηλής ποιότητας στην Ε.Ε..

Σε αυτή την κατεύθυνση, στην χώρα μας, αναπτύχθηκαν την τελευταία εικοσαετία, πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας στην βιομηχανία. Μάλιστα οι πολιτικές αυτές υπάχθηκαν σε αναπτυξιακούς νόμους, ενώ αποτέλεσαν ειδικά μέτρα και άξονες των τελευταίων κοινοτικών πλαισίων στήριξης Β' και Γ', ενώ θα αποτελέσουν πάλι αντικείμενο αναφοράς και του Δ' ΚΠΣ. Ως συμπέρασμα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η σημασία που δίνεται στην προώθηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας ιδιαίτερα στον χώρο της βιομηχανίας είναι βαρύνουσα καθώς τα οφέλη από αυτήν είναι σημαντικά. Ο κύριος όγκος της υπάρχουσας γνώσης για τις επενδύσεις σε τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας (ΤΕΕ) στον χώρο της βιομηχανίας και της υιοθέτησης των τεχνολογιών αυτών από επιχειρήσεις προέρχεται κυρίως από μελέτες και έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε χώρες της ΕΕ (DeGroot et al., 2001; Velthuijsen, 1995; Van Soest and Bulte, 2001; DeCanio and Watkins, 1998).

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που παραμένει ανοικτό στην διεθνή βιβλιογραφία έχει να κάνει με την εκτίμηση των μεταβολών της παραγωγικής αποτελεσματικότητας και παραγωγικότητας που προκαλείται από πολιτικές που στοχεύουν στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και ειδικότερα από την υιοθέτηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Ωστόσο δεν έχει μέχρι στιγμής εξεταστεί ποσοτικά η αποτελεσματικότητα των πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας σε επίπεδο επιχείρησης όπως και δεν έχει αναλυθεί η επίδραση τους στην αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων.

2.1.1 Έννοια και περιεχόμενο της Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ)

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένας όρος που έχει δυο περιεχόμενα αλληλοσυνδεμένα μεταξύ τους και εξετάζεται τόσο από ενεργειακή σκοπιά όσο και από οικονομική σκοπιά.

- Ο ενεργειακός ορισμός περιλαμβάνει :

- 1) Μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας τελικής χρήσης αλλά χωρίς αυτό να συνοδεύεται από στέρηση ενέργειας ούτε και από υποβάθμιση των παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών για τα οποία χρησιμοποιείται.

- 2) Βελτίωση του βαθμού απόδοσης στη χρήση της ενέργειας.

- 3) Υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας (κυρίως πετρελαίου) με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κυρίως αιολική και ηλιακή).

- 4) Δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας.

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

- Ο οικονομικός ορισμός περιλαμβάνει :

- 1) Μείωση του κόστους της ενέργειας ανά μονάδα ενός προϊόντος ή μιας παραγωγικής διαδικασίας.

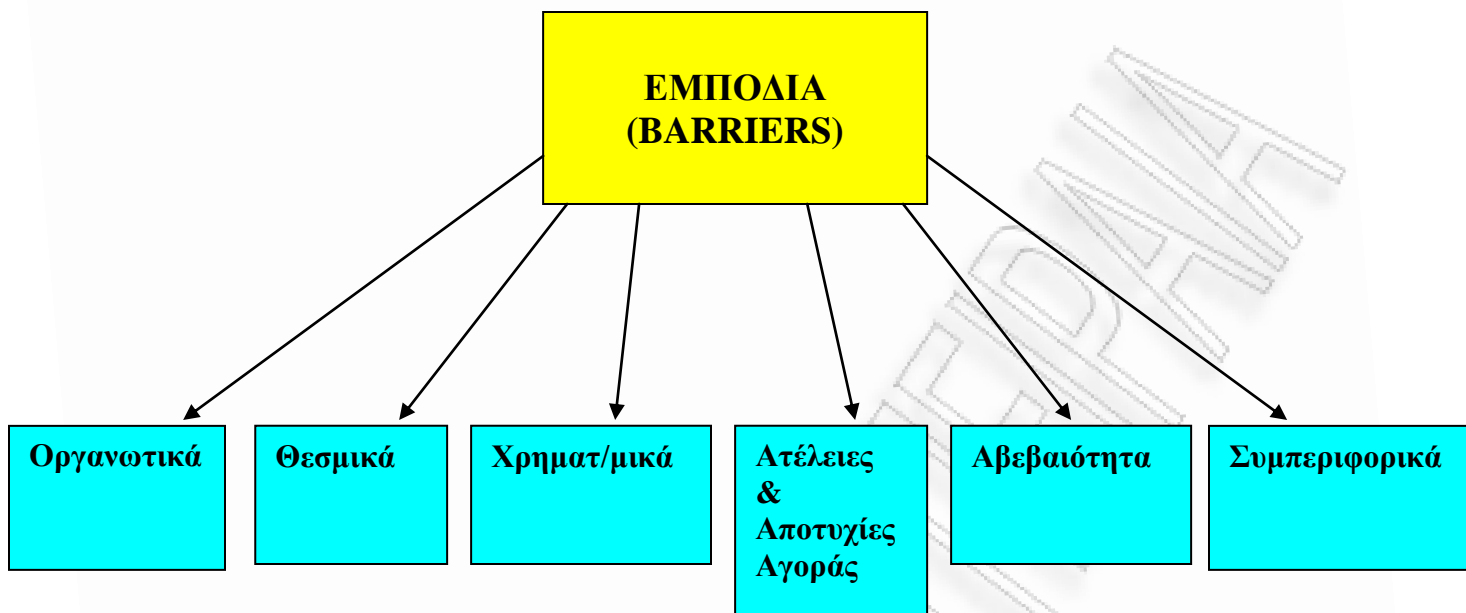
- 2) Υποκατάσταση της ενέργειας, ως συντελεστή της παραγωγής, από άλλους συντελεστές (εργασία, κεφάλαιο, έρευνα /τεχνολογία), ιδιαίτερα όταν το κόστος του πρώτου συντελεστή αυξάνεται γρηγορότερα από τους άλλους. Από οικονομική σκοπιά εκείνο που ενδιαφέρει είναι η συμμετοχή της ενέργειας στο συνολικό κόστος μιας παραγωγικής διαδικασίας. Στη σημερινή πραγματικότητα, σε οποιαδήποτε επένδυση για εξοικονόμηση ενέργειας λαμβάνονται υπόψη τόσο οι εξοικονομούμενες μονάδες ενέργειας όσο και τα οικονομικά μεγέθη. Ακόμη το συναλλαγματικό όφελος που επιφέρεται στην εθνική οικονομία, η αξιοποίηση

εγχώριων πηγών ενέργειας, η αύξηση απασχόλησης, η προώθηση καινοτομιών, σε συνεργασία με τους παραπάνω, είναι κάποιοι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν στην απόφαση αν είναι μια επέμβαση "συμφέρουσα".

2.2 Βασικά εμπόδια υιοθέτησης τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας.

Το θέμα των εμποδίων υιοθέτησης ΤΕΕ συντηρείται από την απειλή των κλιματικών αλλαγών. Σύμφωνα με την κλασική οικονομική θεωρία αυτό που αναμένεται είναι οι επιχειρήσεις να διαμορφώνουν το μίγμα παραγωγής ώστε να ελαχιστοποιούν τα σχετικά στοιχεία κόστους και για αυτό τον λόγο αναλαμβάνουν την πραγματοποίηση επενδυτικών σχεδίων που παρουσιάζουν κερδοφορία ή αλλιώς θετική καθαρή παρούσα αξία. Το γεγονός όμως της ύπαρξης του ενεργειακού παράδοξου ή του ενεργειακού χάσματος όπως αλλιώς γενικότερα αποκαλείται, φανερώνει την ύπαρξη εμποδίων τα οποία και δεν εμπλέκονται μεν στην περίπτωση των καθαρών ροών οφέλους των ενεργειακών επενδυτικών σχεδίων αλλά επηρεάζουν αρνητικά την δυνατότητα εκμετάλλευσης των τεχνολογιών ενεργειακής διατήρησης. Σύμφωνα με έρευνα της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEA) και του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανασυγκρότησης (ΟΟΣΑ), η οποία πραγματοποιήθηκε στις αρχές του 2006, η δυναμικότητα των απορριφθέντων επενδύσεων σε ενεργειακή αποδοτικότητα υπολογίζεται στο 30% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Αναφερόμενοι στο παράδοξο της ενέργειας και στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών αυτή θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια αργή διαδικασία, που εξελίσσεται σταδιακά αντιμετωπίζοντας μια σειρά από εμπόδια για την ολοκλήρωση της.

Κάποια από τα εμπόδια αυτά, αποτελούν αποτελέσματα της λειτουργίας των αγορών ενώ κάποια άλλα πηγάζουν από άλλες κατευθύνσεις. Η διερεύνηση της φύσης και του περιεχομένου αυτών των εμποδίων είναι σημαντική για την υλοποίηση επενδυτικών σχεδίων εξοικονόμησης ενέργειας και αντιρρύπανσης. Μια κατηγοριοποίηση των εμποδίων σε επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας παριστάνεται από το γράφημα 1.



Διάγραμμα 1: Εμπόδια υιοθέτησης Τεχνολογιών Εξοικονόμησης Ενέργειας
 Πηγή: (Κουνέτας Η., Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα 2007)

Θα πρέπει βέβαια να επισημάνουμε ότι κάθε εμπόδιο δεν είναι μονοδιάστατο αλλά μπορεί να έχει και πολυεπίπεδο χαρακτήρα. Συνεπώς αυστηρή ταξινόμηση τους δεν μπορεί να γίνει παρά μόνο μια απλή κατηγοριοποίηση τους. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι κάποια από αυτά ενώ υφίστανται και ασκούν επίδραση στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων υιοθέτησης ΤΕΕ αποτελούν χαρακτηριστικά των αγορών έχοντας διττό χαρακτήρα. Ως εμπόδιο λοιπόν ορίζεται ένας αξιωματικός μηχανισμός παρεμπόδισης ανάληψης επενδυτικών σχεδίων σε καινοτόμες ή μη τεχνολογίες οι οποίες είναι αφενός τεχνικά εφικτές και αφετέρου οικονομικά αποδοτικές. Εμπόδια όπως η αδυναμία χρηματοδότησης επενδυτικών σχημάτων ή οι ασύμμετρες πληροφορίες μπορούν να υφίστανται ως εμπόδια για επιχειρήσεις, δημοσίους οργανισμούς κτλ εμποδίζοντας αυτές, παράλληλα, από την υλοποίηση επενδύσεων ή την αγορά εξοπλισμού.

Είναι γεγονός ότι τα εμπόδια τα οποία υπάρχουν και λειτουργούν αποτρεπτικά για την υιοθέτηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας αποτελούν ένα δύσκολο κομμάτι για τους οικονομολόγους για να εκτιμηθούν αλλά και να κατηγοριοποιηθούν. Η πολυπλοκότητα της φύσης των εμποδίων ίσως να γινόταν πιο κατανοητή εάν γνωρίζαμε τις προσεγγίσεις που υπάρχουν σχετικά με την δημιουργία του φαινομένου του ενεργειακού παραδόξου και των παραγόντων που

το δημιουργούν. Οι προσεγγίσεις αυτές ή τα οικονομικά πλαίσια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Νεοκλασικά Οικονομικά-Neoclassical Economics
- Νέο Θεσμικά Οικονομικά- Neoinstitutional Economics
- Οργανωτικές Προσεγγίσεις-Organizational approaches
- Συμπεριφορικές Προσεγγίσεις-Behavioral Approaches.

Η Νεοκλασική προσέγγιση θεωρεί ότι τα άτομα έχουν σταθερές προτιμήσεις τις οποίες επιδιώκουν να ικανοποιήσουν μέσω των διαφόρων συναλλαγών αγοράς (Sanstad and Howarth, 1994). Ως εκ τούτου, η αποδοχή ή η απόρριψη των ενεργειακών αποδοτικών τεχνολογιών απεικονίζει μια ορθολογική αξιολόγηση των σχετικών δαπανών και των κερδών, ενώ παράγοντες όπως η ατελής πληροφόρηση, ο ατελής ανταγωνισμός και η ύπαρξη εξωτερικοτήτων μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση υιοθέτησης, ενδεχομένως εις βάρος της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ωστόσο, η υπόθεση της ορθολογιστικής ικανότητας είναι μια αυστηρά ουσιώδης απόφαση η οποία δεν εγκαταλείπεται. Η Νεοκλασική προσέγγιση εμπεριέχει την θεωρία επενδύσεων η οποία με την σειρά της και για την περίπτωση των επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας διατυπώνεται ως το γεγονός όπου επιχειρήσεις αναλαμβάνουν επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας όταν το προεξοφλημένο οριακό κέρδος, το οποίο δημιουργείται από τη διάχυση της τεχνολογίας και αποτυπώνεται στην παραγωγική διαδικασία, είναι μεγαλύτερο από το οριακό κόστος για περαιτέρω βελτιώσεις.

Η Οργανωτική προσέγγιση θεωρεί την επιχείρηση ως μία ιεραρχημένη αλλά όχι τελείως οργανωμένη οντότητα αποτελούμενη από τμήματα με πιθανόν διαφορετικούς σκοπούς, στόχους, συμπεριφορές, ενδιαφέροντα και εμπόδια (Cyert and March, 1963). Αντικειμενικός σκοπός της επιχείρησης δεν είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους αλλά η παραγωγή ικανού, ώστε να είναι εφικτή η επιβίωση της στην αγορά.

Από την άλλη πλευρά η Νεοθεσμική προσέγγιση στηρίζεται κυρίως στο βιβλίο των Milgrom και Roberts 1992 με τίτλο Economics, Organizations and Management οι οποίοι και περιέγραψαν ένα πιο ρεαλιστικό οικονομικό μοντέλο από την ιδέα της λειτουργίας μιας επιχείρησης σε ένα ιδανικό περιβάλλον με τέλεια πληροφόρηση και ισχυρό ανταγωνισμό, αλλά σε ένα περιβάλλον όπου αντιμετωπίζει το ρίσκο, την αβεβαιότητα, τον ανταγωνισμό και την περιορισμένη πληροφόρηση. Τέλος, η συμπεριφορική προσέγγιση εστιάζει στο κατά πόσο οι

επιχειρήσεις λειτουργούν έτσι ώστε να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους με βάση το οργανωτικό τους υπόβαθρο και τις δυνατότητες του θεωρώντας ότι ενέργειες και αποφάσεις οι οποίες δεν θεωρούνται ορθολογικές (rational) από μία εξωτερική προοπτική (external perspective) μπορούν να κατανοηθούν σε όρους τεχνικούς, κοινωνικούς, προσωπικούς και πολιτικούς (March and Olsen, 1976;1986).

Εκτός όμως των προσεγγίσεων αυτών διάφοροι ερευνητές αναφέρουν και ξεχωριστές οικονομικές προσεγγίσεις που μπορεί να επικαλύπτονται και από τις παραπάνω. Για παράδειγμα οι Hirst and Brown (1990) ισχυρίστηκαν ότι η αβεβαιότητα για τις μελλοντικές τιμές των καυσίμων αποτελεί ένα εμπόδιο, ενώ ο Warren (1987) προτείνει την χρήση αυστηρότερων προεξοφλητικών κριτηρίων (payback criteria) για τον διαχωρισμό επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας στην βιομηχανία. Επιπλέον οι Jaffe and Stavins (1994) και ο Thompson (1995) ερμήνευσαν τον ρόλο που παίζουν τα προεξοφλητικά επιτόκια (discount rates) στον διάλογο για την ύπαρξη των εμποδίων. Τόνισαν ότι αρκετοί οργανισμοί οι οποίοι και εμφανίζουν ενδεχομένως προεξοφλητικά επιτόκια όταν αποφασίζουν για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας διατυπώνουν με έναν άλλο τρόπο το ενεργειακό χάσμα.

2.2.1 Συμπεριφορικά Εμπόδια (Behavioral Barriers)

Σε αυτήν την κατηγορία μπορούμε να εντάξουμε τους:

- Γενικά Πληροφοριακούς Περιορισμούς. (Imperfect Information.-Lack of Information). Μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας τα οποία έχουν το χαρακτηριστικό ότι είναι αποτελεσματικού κόστους δεν αναλαμβάνονται από επιχειρήσεις ως αποτέλεσμα έλλειψης πληροφοριών ή ατελούς πληροφόρησης όσον αφορά τα κόστη και την διαθεσιμότητα της καινούργιας τεχνολογίας, τα κόστη της ενεργειακής τους κατανάλωσης, την εκπαίδευση των τεχνικών υπευθύνων για την ενεργειακή κατανάλωση της επιχείρησης από την πλευρά του υιοθετούντος (Reddy, 1991; Levine et al, 1994; Sioshansi, 1991).

- Κίνδυνος Επενδύσεων σε ΤΕΕ. Ο Carlsmith(1990) αναφέρει ότι λόγω της υπόθεσης ότι οι επενδυτές προσπαθούν να μειώσουν τον κίνδυνο, τα επενδυτικά πλάνα σε εξοικονόμηση ενέργειας συχνά δεν πραγματοποιούνται. Η έννοια του ρίσκου σε σχέση με την ενεργειακή αποδοτικότητα θα λέγαμε ότι είναι αυστηρά θεμελιωμένη στην διεθνή βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα έχει δειχθεί ότι υπάρχει σημαντική απόκλιση ανάμεσα στην παρατηρούμενη και στην προβλεπόμενη ενεργειακή διατήρηση (Greely, 1989) καθώς οι υπεύθυνοι για την λήψη

αποφάσεων, θεωρούν ότι οι επενδύσεις σε ενεργειακά αποδοτικό εξοπλισμό είναι ριψοκίνδυνες λόγω της αβεβαιότητας για μακροπρόθεσμα πλεονάσματα σε λειτουργικά κόστη αλλά και του εσωτερικού κόστους που συνεπάγονται.

- Υψηλά αρχικά κόστη. Τα υψηλά αρχικά κόστη των ενεργειακά αποδοτικών επενδύσεων θεωρούνται επίσης ένα συμπεριφορικό εμπόδιο. Μία επιχείρηση μπορεί να αποφασίσει εάν μια ενεργειακά αποδοτική επένδυση είναι οικονομικά επιθυμητή αλλά ένα υψηλό αρχικό κόστος απόκτησης μπορεί να την αποτρέψει από την πραγματοποίηση.

- Λαθεμένη τοποθέτηση κινήτρων (Misplaced Incentives-Split Incentives). Ο κλασικός ορισμός των λανθασμένα τοποθετημένα κινήτρων αναφέρεται σε μια κατάσταση όπου δύο μέρη συμμετέχουν σε συναλλαγές και κανένας δεν έχει κίνητρο να επενδύσει στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Πολλές φορές τα οικονομικά οφέλη από μια ενεργειακά αποδοτική επένδυση δεν αποδίδονται στον φορέα πραγματοποίησης της. Γενικά το εμπόδιο αυτό στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως το πρόβλημα εντολέα-εντολοδόχου (principal-agent problem) και στην συγκεκριμένη περίπτωση αφορά τις δυσκολίες εσωτερίκευσης των ωφελειών της επένδυσης. Αφορά την κατάσταση όπου ένας αντιπρόσωπος (agent) έχει την αρμοδιότητα να ενεργεί εκ μέρους ενός καταναλωτή αλλά δεν ανταποκρίνεται και δεν πράττει σύμφωνα με το συμφέρον του καταναλωτή. Συγκεκριμένα στον οικοδομικό τομέα το εμπόδιο αυτό αναφέρεται ως το πρόβλημα ενοικιαστή-ιδιοκτήτη (landlord/tenant problem) και επεκτείνεται και στον τομέα των επιχειρήσεων. Μπορεί λοιπόν μια επιχείρηση να είναι απρόθυμη να αναλάβει να χρηματοδοτήσει μια έρευνα για ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας φοβούμενη ότι οι ανταγωνιστές της θα επωφεληθούν μακροπρόθεσμα από την απόκτηση τεχνογνωσίας και πληροφοριών χωρίς να πληρώσουν τίποτα για την απόκτηση αυτών των γνώσεων. Το εμπόδιο αυτό αναφέρεται στην βιβλιογραφία και ως διαχωριζόμενα κίνητρα (split incentives). Μάλιστα οι Jaffee and Stavins (1994, p.805) αναφέρουν ότι μια επιχείρηση θα μπορούσε να έχει πρόσφατη πληροφόρηση σχετικά με τα κόστη ή τα κέρδη από μια τέτοια επένδυση αλλά θα ήταν αρκετά δύσκολο να τα μεταβιβάσει σε άλλες επιχειρήσεις.

- Συμπεριφορά καταναλωτών-επιχειρηματιών έναντι στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Ο Carlsmith (1980), παρατήρησε ότι κατά την δεκαετία του 1980 και καθώς οι τιμές της ενέργειας μειώνονταν οι καταναλωτές έχαναν το ενδιαφέρον τους για την εξοικονόμηση ενέργειας με αποτέλεσμα το ελάχιστο

ενδιαφέρον για προγράμματα ενεργειακής διατήρησης. Η συμπεριφορά αυτή μπορεί να βρίσκει και το ανάλογο της και σε επίπεδο επιχειρήσεων καθώς επιχειρήσεις με μικρό σχετικό μερίδιο του ενεργειακού κόστους, θεωρούν τέτοιες επενδύσεις χαμηλής αποδοτικότητας.

2.2.2 Οργανωτικά Εμπόδια (Organizational Barriers)

Οι DeCanio and Watkins (1998) εξέτασαν το αν τα χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων επηρεάζουν τις αποφάσεις τους για την πραγματοποίηση επενδύσεων σε ενεργειακή διατήρηση. Από την άλλη πλευρά, ο Cebon (1992) διαπίστωσε ότι η διάρθρωση ενός οργανισμού καθορίζει την αναλυτική ικανότητα των στελεχών για την πληροφόρηση σε ΤΕΕ. Τέλος, ο Ross (1986) υποστηρίζει ότι από μόνη της η διάρθρωση του προϋπολογισμού προκαλεί υπό-επενδύσεις σε τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας. Έτσι τα οργανωτικά εμπόδια μπορούν να αναλυθούν ως εξής:

- Τρόπος λειτουργίας επιχειρήσεων. Οι επιχειρήσεις, αποτελούνται από εργαζομένους με διαφορετικό επίπεδα μόρφωσης, νοοτροπίας και κατάρτισης. Επιπλέον, οι αποφάσεις καθώς και ο σχεδιασμός της στρατηγικής δεν είναι αποτέλεσμα επιλογών ενός ατόμου αλλά μια διαδικασία αποφάσεων με την συμμετοχή στελεχών. Είναι λογική λοιπόν, η παρουσία αποκλινουσών συμφερόντων και απόψεων ανάμεσα στα διάφορα στελέχη γεγονός που μεταφέρεται και στην διαδικασία λήψεως αποφάσεων σχετικά με ΤΕΕ.
- Ασύμμετρη Πληροφόρηση-Asymmetric Information. Η ασύμμετρη πληροφόρηση ορίζεται ως η κατάσταση κατά την οποία διαφορετικά μέρη σε μια συναλλαγή έχουν πρόσβαση σε διαφορετικά επίπεδα πληροφόρησης και συντελεί στο να δημιουργηθούν διαφορετικές αποδόσεις για τις επιχειρήσεις. Μάλιστα ο DeCanio (1993) αναφέρει ότι τα προβλήματα μεταξύ διευθυντικών στελεχών και μετόχων ή διαφορετικών επιπέδων διοίκησης μπορεί να επιφέρουν την ματαίωση ενεργειακών επενδύσεων ενώ ο Ross (1986) ότι οι επιχειρήσεις μπορεί να αποκλίνουν από τα εξιδανικευμένα πρότυπα μεγιστοποίησης κερδών ακολουθώντας δευτερες επιλογές οι οποίες τις διαφοροποιούν έναντι των επενδύσεων σε ενεργειακή διατήρηση.
- Η Ενεργειακή Αποδοτικότητα δεν αποτελεί πρωτεύουσα επενδυτική στρατηγική. Ενδεχομένως η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας δεν αποτελεί θεμελιώδη και βασική επενδυτική στρατηγική, για μια επιχείρηση με αποτέλεσμα

την μείωση του ενδιαφέροντος της υλοποίησης προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Μάλιστα, η υλοποίηση τέτοιων επενδύσεων φαίνεται ότι αποδιοργανώνουν την επιχείρηση από την λειτουργία της καθώς για την πραγματοποίηση τους χρησιμοποιείται δυναμικό που συμμετέχει στην παραγωγική διαδικασία ενώ η θεώρηση ότι τέτοιες επενδύσεις λειτουργούν κοστοβόρα κάνουν το επενδυτικά πλάνα μη ελκυστικά.

- Προβλήματα συγκέντρωσης και προσοχής-Problems of focus and attention. Ένα άλλο εμπόδιο το οποίο παρατηρείται είναι ότι τα διευθύνοντα στελέχη δεν δίνουν προτεραιότητα σε επενδύσεις ενεργειακής διατήρησης καθώς θεωρούν ότι αποφέρουν μικρή μείωση στα λειτουργικά τους κόστη.
- Μεροληπτική επιλογή στην εκτίμηση των επενδυτικών αποδόσεων -Selection bias in estimating investment returns. Τα προβλήματα πληροφοριών, μπορούν να επηρεάσουν πολλές φορές τα επενδυτικά κριτήρια των μάνατζερ με αρκετούς τρόπους. Για παράδειγμα εάν τα εκτιμώμενα κέρδη από μια επένδυση είναι μικρότερα του κόστους υιοθέτησης τότε οι μάνατζερ θα προτιμήσουν να επιβάλλουν ένα υψηλό 'hurdle rate' μεγαλύτερο από το κεφαλαιουχικό κόστος της επιχείρησης για να εξασφαλίσουν ότι τα κέρδη από το επενδυτικό σχέδιο θα είναι αρκετά για να το χαρακτηρίσουν κερδοφόρο εμποδίζοντας την επένδυση σε ΤΕΕ.
- Έλλειψη Εμπειριών-Εξειδικευμένου Προσωπικού. Πολλές φορές η έλλειψη εμπειριών από στελέχη όπως και η έλλειψη ικανοτήτων σχετιζόμενη με επιχειρηματικά πλάνα, μάρκετινγκ, χρηματοδότησης και ελαχιστοποίησης κόστους αποτελούν σημαντικά εμπόδια στην υιοθέτηση τεχνολογιών και αντιρρύπανσης και στην αποδοχή τέτοιων επενδύσεων(De Almeida, 1998). Ειδικότερα στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις η έλλειψη αυτή οδηγεί σε δυσκολίες για την αξιολόγηση αλλά και την εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικού μηχανολογικού εξοπλισμού συγκρινόμενη με την αγορά και προμήθεια της ενέργειας (Reddy, 1991; Velthuisen, 1995).

2.2.3 Χρηματοοικονομικά Εμπόδια (Financial Constraints).

Για την πραγματοποίηση ενός επενδυτικού σχεδίου εξοικονόμησης ενέργειας είναι απαραίτητη η χρηματοδότηση με ένα αρχικό πόσο επένδυσης. Για το λόγο αυτό πολλοί διευθύνοντες σύμβουλοι αντιμετωπίζουν τα προγράμματα εξοικονόμησης ως μικρού ωφέλιμου cost cutting και απασχολούνται με άλλες

αρμοδιότητες. Στην κατηγορία των χρηματοοικονομικών εμποδίων μπορούμε να εντάξουμε τα εξής:

- Προοπτική των Διευθυντικών Στελεχών-Manager Perspective. Η προσοχή των μάνατζερ και των διευθυνόντων στελεχών είναι στραμμένη περισσότερο στην είσπραξη εσόδων από ένα επενδυτικό σχέδιο(cash-flow) παρά στην απόκτηση κερδών από ένα επενδυτικό πλάνο ενεργειακής διατήρησης, οπότε επενδύσεις αυτού του είδους φαντάζουν ως επενδύσεις υψηλού κινδύνου άρα και υψηλού ρίσκου για τις επιχειρήσεις.
- Μικρό μέγεθος επενδυτικών πλάνων. Πολλά επενδυτικά πλάνα ενεργειακής διατήρησης είναι μικρά σε μέγεθος, ασύμβατα για την χρηματοδότηση τους από τα διευθύνοντα στελέχη τα οποία ενδιαφέρονται κυρίως για τα αποπληρωμή των επενδυτικών σχεδίων. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται πιο έντονο σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις καθώς τα κόστη συναλλαγής για αυτά τα επενδυτικά πλάνα είναι αρκετά μεγάλα σε σύγκριση με το μέγεθος των πλάνων αυτών.
- Αδυναμία Χρηματοδότησης. Οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις παρουσιάζουν αδυναμίες χρηματοδότησης προγραμμάτων σε ΤΕΕ. Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από τις πολιτικές κυβερνήσεων στην παροχή απαραίτητων κινήτρων στις επιχειρήσεις οι οποίες και αποφασίζουν την επένδυση σε ΤΕΕ. Μάλιστα η εμπειρία δείχνει ότι παραδοσιακοί μεσολαβητές σε ορισμένους τραπεζικούς οργανισμούς είναι συχνά απρόθυμοι να υποστηρίξουν ενεργειακής διατήρησης επενδυτικά σχέδια(Commission of the European Communities, 2005).
- Ποσοστό ενεργειακού κόστους στον προϋπολογισμό μιας επιχείρησης. Στην βιομηχανία ο κάθε κλάδος παρουσιάζει και διαφορετικό ποσοστό ενεργειακής εξάρτησης. Ενεργειοβόροι κλάδοι θεωρούν ως πολύ σημαντικό στοιχείο για το συνολικό τους κόστος, το κόστος της ενέργειας που καταναλώνουν. Από την άλλη πλευρά επιχειρήσεις μη ενεργειοβόρες θεωρούν ότι τα ενεργειακά κόστη αποτελούν μικρό ποσοστό στην συνολική τους δαπάνη με αποτέλεσμα να θεωρούν τέτοιες επενδύσεις όχι αποτελεσματικού κόστους.

2.2.4 Θεσμικά Εμπόδια(Institutional Constraints)

Στην κατηγορία των θεσμικών εμποδίων μπορούμε να εντάξουμε τα εξής:

- Την αβεβαιότητα για τις τιμές της ενέργειας. Η αβεβαιότητα για τις τιμές της ενέργειας είναι ένα σημαντικό εμπόδιο για την υιοθέτηση τεχνολογιών

εξοικονόμησης ενέργειας. Προβλήματα που πηγάζουν από την αβεβαιότητα στις ενεργειακές τιμές όπως οι αλλαγές στις τιμές των καύσιμων, οι διαφορετικές πολιτικές στον χώρο της ενέργειας ή η περιορισμένη πρόσβαση σε κεφαλαία απόρροια έλλειψης αναπτυξιακών νομών αποτελούν εμπόδια στην υιοθέτηση ΤΕΕ.

- Τις ρυθμίσεις-Regulations. Οι διάφοροι κανονισμοί, οι οποίοι επιβάλλονται από κυβερνήσεις και οργανισμούς αποτρέπουν επιχειρήσεις να υιοθετήσουν προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας. Οι Golove and Eto (1996) αναφέρουν ότι ιστορικά οι τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος που τίθενται από ρυθμιστικές αρχές είναι συχνά χαμηλότερες από το οριακό κόστος παραγωγής τους.

- Πτώση ενεργειακών τιμών. Μια πτώση στις ενεργειακές τιμές αποτελεί εμπόδιο της αγοράς γιατί αποθαρρύνει την επένδυση μιας επιχείρησης για ενεργειακή διατήρηση ή ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Από την άλλη πλευρά ελάχιστες επενδύσεις σε χαμηλές ενεργειακές τιμές είναι αποτελεσματικού κόστους σε ενεργειακή αποτελεσματικότητα με αποτέλεσμα να μην πραγματοποιούνται (Sutherland, 1994).

- Διαταραχές στις ενεργειακές τιμές-Distortions in fuel prices. Είναι γεγονός ότι οι αναταραχές στις τιμές του πετρελαίου και γενικότερα στις τιμές των καύσιμων, αποτελούν ένα εμπόδιο. Το γεγονός αυτό ενισχύεται από την υπόθεση ότι οι τιμές της ενέργειας δεν αντικατροπτίζουν καθολικά τα περιβαντολογικά ή και κοινωνικά κόστη σχετικά με την παραγωγή διανομή και χρήση. Επιπλέον, το γεγονός ότι οι ενεργειακές τιμές δεν ακολουθούν μια σταθερή σε διακυμάνσεις πορεία επηρεάζει μια τεχνολογία ή ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας καθιστώντας το περισσότερο ή λιγότερο αποτελεσματικού κόστους.

- Κυβερνητικές Πολιτικές-Government Policies. Η συμπεριφορά των κυβερνήσεων απέναντι στο θέμα της ενεργειακής αποδοτικότητας καθώς θεωρείται από αυτές δευτερευούσης σημασίας αλλά και ότι η προώθηση του αφορά μόνο την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης από καταναλωτές και επιχειρήσεις. Η έλλειψη τόσο τεχνικών όσο και διευθυντικών στελεχών καταρτισμένων σε θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας καθώς και η έλλειψη εκπαιδευτών, τεχνογνωσίας, προγραμμάτων και υπηρεσιών οδηγούν σε αντίθετα αποτελέσματα αυξάνοντας την ενεργειακή χρήση από την αύξηση της ενεργειακής διατήρησης.

• Διάφορα Θεσμικά Εμπόδια. Αρκετοί μη κυβερνητικοί οργανισμοί σχετιζόμενοι με τέτοιου είδους επενδύσεις στερούνται δικαιοδοσίας, δύναμης αλλά και αρμοδιοτήτων για την πραγματοποίηση και την εποπτεία προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Για ορισμένους κλάδους επιχειρήσεων η ενέργεια αποτελεί ένα μικρό μέρος του συνολικού κόστους παραγωγής με αποτέλεσμα κόστη όπως το εργατικό δυναμικό και οι πρώτες ύλες να παίζουν σημαντικό ρόλο στις αποφάσεις. Θεσμικά εμπόδια όπως η γραφειοκρατία, η ύπαρξη κανονισμών και ρυθμίσεων, η χαμηλή προτεραιότητα στα ενδιαφέροντα των καταναλωτών και η μη αποκεντρωμένη λήψη αποφάσεων σε θέματα ενεργειακής διατήρησης τυγχάνουν λιγότερης σημασίας μια και εμπειρικές έρευνες δεν έχουν αναφέρει την σπουδαιότητά τους.

2.2.5 Εμπόδια και αποτυχίες της αγοράς (Market Barriers & Market Failures)

Οι αποτυχίες της αγοράς, που χαρακτηρίζουν την αγορά της ενέργειας παρουσιάζουν μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον καθώς περιλαμβάνουν αρκετά μεγάλα σε έκταση κομμάτια των οικονομικών του περιβάλλοντος, των οικονομικών ευημερίας αλλά και της ευρύτερης περιοχής των οικονομικών. Βέβαια το σκεπτικό των εμποδίων αγοράς είναι απαραίτητο για να δικαιολογήσει προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας και διατήρησης σε όρους οικονομικής αποτελεσματικότητας. Σύμφωνα με αρκετούς νεοκλασικούς οικονομολόγους η ύπαρξη των λεγόμενων εμποδίων αγοράς είναι ίσως και ο μόνος λόγος για την παρεμβατική δημόσια πολιτική και την ενίσχυση της λεγόμενης οικονομικής αποδοτικότητας.

Αρχικά ο Koomey(1990) θεώρησε ότι οι επιλογές σε ενεργειακή αποδοτικότητα στα καινούργια κτίρια επηρεάζονται από την παρουσία τόσο των αποτυχιών της αγοράς όσο και από τις ρυθμιστικές διαταραχές. Ο Sutherland(1991) διατύπωσε την άποψη ότι τα εξωτερικά κόστη για την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας καθώς και η έλλειψη ασφάλισης έναντι του σχετικού ρίσκου φαντάζουν ως σημαντικοί παράγοντες για την μη πραγματοποίηση αυτών των επενδύσεων. Οι Howarth and Anderson(1992) αναφέρουν την παρουσία των διαρθρωτικών χαρακτηριστικών των αγορών στην ανάκληση των επενδύσεων αυτών, ενώ οι Shackle and Eckert(1992) μελετώντας την διαδικασία αποφάσεων σχετικών με ενεργειακής απόδοσης τεχνολογίες σε βιομηχανίες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μη οικονομικής φύσεως κριτήρια επηρεάζουν σημαντικά τις αποφάσεις αυτές.

Επιπλέον ο Golove(1994) επισημαίνει ότι η υπεροχή των εμποδίων και αποτυχιών της αγοράς τείνει να δημιουργήσει ένα συστηματικό κλίμα υπό-επενδύσεων σε ενεργειακή διατήρηση ενώ οι Koomey and Sanstad(1994) εξετάζοντας λεπτομερώς τέσσερις συγκεκριμένες αγορές για ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα εξάγουν το ίδιο συμπέρασμα. Βέβαια η σημαντικότερη έρευνα για την ύπαρξη των εμποδίων και αποτυχιών της αγοράς έγινε από τους Jafee and Stavins(1994) οι οποίοι και τα διαχώρισαν ενώ ταυτοποίησαν πέντε αυτόνομες και διακριτές προϋποθέσεις ευνοϊκότερων συνθηκών.

Στην παρουσία των εμποδίων και αποτυχιών της αγοράς κατέληξαν οι Koomey (1990) και οι Golove and Eto(1996) οι οποίοι προσέθεσαν στην μελέτη τους και τα κόστη συναλλαγής. Ως αποτυχίες τηςαγοράς εμφανίζονται τα εξής:

- Εξωτερικότητες- Externalities. Πρόκειται για άμεσες αλληλεπιδράσεις παραγωγής ή κατανάλωσης ανταγωνιστικών προϊόντων(Externalities). Η παραβίαση της αρχής της αποκλειστικότητας οδηγεί στις εξωτερικότητες. Έτσι, οι ενέργειες ενός οικονομικού φορέα έχουν επιπτώσεις στην ευημερία και μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις με έναν τρόπο που δεν απεικονίζεται στις τιμές αγοράς. Ο τρόπος αυτός οδηγεί σε μια απόκλιση μεταξύ των ιδιωτικών δαπανών και οφελών όπως και των κοινωνικών δαπανών και των κερδών.

- Ατέλειες-Capital market Imperfections. Διαφορετικοί παραγωγοί ενέργειας και καταναλωτές έχουν διαφορετική πρόσβαση σε κεφάλαια και λαμβάνουν διαφορετικά προεξοφλητικά επιτόκια.

- Υψηλά κόστη διεκπεραίωσης. Πρώτα οι Levine et al., (1994) και έπειτα οι Howarth και Sanstad (1994) διατύπωσαν την άποψη ότι τα υψηλά κόστη διεκπεραίωσης αποτελούν συνέχεια του περιορισμού ή της έλλειψης πληροφοριών και εμφανίζονται ως αποτυχία της αγοράς.

- Περιορισμένη ορθολογικότητα(Bounded Rationality). Η έννοια του περιορισμένης ορθολογικότητας παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον H.Simon (1950) και ορίζεται ως το γεγονός όπου η συμπεριφορά των εντολοδόχων (agents) περιορίζεται λόγω έλλειψης πληροφόρησης η οποία δεν μπορεί να εκφραστεί σε όρους κερδοφορίας.

- Ατελείς Ανταγωνισμός(Imperfect Competition). Οι αγορές πρέπει να είναι ανταγωνιστικές εάν πρόκειται να διαθέσουν τους πόρους αποτελεσματικά, αν και

ο απαραίτητος βαθμός ανταγωνισμού είναι μια μη ακριβής έννοια. Σε όρους αγοραστικής δύναμης, οι επιχειρήσεις είναι σε θέση να χρεώσουν τις τιμές παραπάνω από τις πρόσθετες δαπάνες.

- Πρόσβαση σε Κεφάλαιο-Limited Access to Capital. Μικρές σε μέγεθος επιχειρήσεις δεν μπορούν να αποκτήσουν εύκολα την αναγκαία χρηματοδότηση σε επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Η περιορισμένη πρόσβαση σε κεφάλαιο καθιστά τις επενδύσεις σε τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας αντιμέτωπες με άλλες επενδυτικές προτάσεις καθώς αρκετές επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν υψηλά προεξοφλητικά επιτόκια για επενδύσεις σε ΤΕΕ.

2.2.6 Αβεβαιότητα (Uncertainty)

Η αβεβαιότητα εμφανίζεται ως μια ενδεχόμενη εξήγηση για την προώθηση ή όχι κερδοφόρων επενδυτικών επιλογών σε ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες (Hasset and Metcalf, 1994; Van Soest et al., 2001). Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η αβεβαιότητα είναι μια πολυδιάστατη έννοια στην πραγματοποίηση επενδύσεων καθώς εμπλέκεται σε διάφορους τομείς. Γενικά θα λέγαμε ότι η αβεβαιότητα αφορά τα κόστη, τα οφέλη και τις επενδυτικές δυνατότητες μιας επιχείρησης. Μέρος της αβεβαιότητας αφορά την ύπαρξη μελλοντικών τεχνολογιών φθηνότερων και αποδοτικότερων καθώς και την πεποίθηση ότι αυτές στο μέλλον θα φθηνύνουν.

Ένα άλλο μέρος της αβεβαιότητας συνδέεται με τις πολιτικές και αποτελέσματα για μελλοντικές επιδοτήσεις ή τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις καθώς και με το ότι οι επιχειρήσεις δεν έχουν σχηματίσει εικόνα για τις ΤΕΕ. Άλλο μέρος της αβεβαιότητας αφορά την συμπεριφορά των ατόμων κατά την διάρκεια των αποφάσεων τους (De Groot et al., 2001).

2.2.7 Ύπαρξη άλλων Επενδυτικών Σχημάτων.

Ένα σημαντικό εμπόδιο αποτελεί η ύπαρξη άλλων επενδυτικών δυνατοτήτων που θεωρούνται περισσότερο σημαντικές και υποσχόμενες καθώς και η ύπαρξη από την επιχείρηση άλλων επενδυτικών σχημάτων μη σχετιζόμενων με τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας που αναβάλλουν ή καθυστερούν την πραγματοποίηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Άλλο εμπόδιο μπορεί να θεωρηθεί η αντίδραση σε πιθανή αλλαγή υπαρχόντων μηχανημάτων και γενικότερα η προοπτική που θα πρέπει να επενδυθούν στην

ενέργεια. Σύμφωνα με την μελέτη του Farzin(1998) ακόμα και αν δεν υπάρχει αβεβαιότητα οι επιχειρήσεις διστάζουν να προχωρήσουν εξαιτίας της τεχνολογικής αβεβαιότητας.

2.2.8 Κρυμμένα Κόστη (Hidden Costs)

Τα κρυμμένα κόστη αντιπροσωπεύουν ένα από τα σημαντικότερα επιχειρήματα ενάντια στην υπόθεση του “χάσματος της ενεργειακής αποδοτικότητας”(energy efficiency gap). Συγκεκριμένα, τα κρυμμένα κόστη είναι η κατάσταση σύμφωνα με την οποία μηχανικό-οικονομικές μελέτες αποτυγχάνουν να εκτιμήσουν είτε τη μείωση των οφελών που συνδέονται με τις ενεργειακές αποδοτικές τεχνολογίες είτε τις συμπληρωματικές δαπάνες που συνδέονται με αυτές (Nichols, 1994) με αποτέλεσμα, οι μελέτες αυτές να υπερεκτιμούν τη δυνατότητα ενεργειακής αποδοτικότητας και να μη αποτελούν την κατάλληλη προσέγγιση. Μάλιστα οι Koomey and Sanstad(1994) αναφέρουν διάφορες ενδεχόμενες κατηγορίες από κρυμμένα κόστη όπως κόστη που δεν περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς π.χ φόροι, και κόστη που αφορούν το μειωμένο επίπεδο των ενεργειακών συσκευών.

Γενικά μπορούμε να αναφέρουμε τρεις κατηγορίες κρυμμένων δαπανών. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει γενικά έξοδα της διαχείρισης της ενέργειας όπως κόστη που αφορούν την ενεργειακή παρακολούθηση(energy auditing), κόστη για την απασχόληση ειδικευμένου προσωπικού ή κόστη για την εφαρμογή ενεργειακών συστημάτων πληροφόρησης. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει δαπάνες συγκεκριμένες για μια τεχνολογία - επένδυση όπως επιπρόσθετα κόστη για προσωπικό, κόστη για την τυπική αποτίμηση ενός επενδυτικού πλάνου και κόστη που αφορούν αντικατάσταση, συνταξιοδότηση, εκπαίδευση προσωπικού ενώ η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει απώλεια οφελών που συνδέονται με μια αποδοτική τεχνολογία, όπως προβλήματα με τις συνθήκες εργασίας, αξιοπιστίας και ποιότητας μετρήσεων, επιπλέον υποστήριξης κ.τ.λ. Ωστόσο, υπάρχουν σχετικά λίγα παραδείγματα στη διεθνή βιβλιογραφία που ερευνούν την ύπαρξη των κρυμμένων δαπανών. Μια πρώτη προσέγγιση δόθηκε από τους Hein and Blok (1994) οι οποίοι παρατήρησαν ότι οι δαπάνες αναζήτησης πληροφοριών μιας σειράς από επενδύσεις ενεργειακής αποδοτικότητας διαμορφώνεται μεταξύ του 3% και 8% του συνολικού κόστους επένδυσης. Από την άλλη πλευρά ο Levine (1994) ερευνήσε διάφορες ενεργειακές αποδοτικές τεχνολογίες που ήταν εμπορικά διαθέσιμες, ίδιες με τις ανεπαρκείς τεχνολογίες στην ποιότητα της υπηρεσίας που παρείχετο, ιδιαίτερα οικονομικά αποδοτικές και χωρίς κρυμμένες

δαπάνες. Παρατήρησε ότι οι ανεπαρκείς τεχνολογίες με ένα κάπως χαμηλότερο κύριο κόστος προτιμήθηκαν γενικά σε σχέση με τις υπόλοιπες.

2.2.9 Κίνδυνος (Risk)

Πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι τόσο τα υψηλά ποσοστά έκπτωσης για τις επενδύσεις ενεργειακής αποδοτικότητας όσο και η απόρριψη υιοθέτησης ενεργειακών αποδοτικών τεχνολογιών μπορούν να αντιπροσωπεύσουν μια λογική απάντηση στον κίνδυνο. Επιπλέον, μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα μοντέλα προεξόφλησης προβλεπόμενων εξελίξεων στο κεφάλαιο κίνησης είναι θεωρητικά ανεπαρκή για τη μελέτη των επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας και θα πρέπει να αντικατασταθούν από περιπλοκότερες τεχνικές που λαμβάνουν υπόψη τον κίνδυνο και την αβεβαιότητα (Hassett and Metcalf(1993), Metcalf(1994), Sutherland(1991)). Αυτά τα πρότυπα τείνουν να προβλέψουν υψηλότερα ποσοστά έκπτωσης και προτείνουν ότι αυτά αντιπροσωπεύουν μια λογική απάντηση στον κίνδυνο.

Σύμφωνα με άλλες νεοκλασικές προσεγγίσεις, το επιχείρημα αυτό υποθέτει ότι οι οικονομικοί φορείς ενεργούν βελτιστοποιώντας τις αποφάσεις τους ενώ, τα προτεινόμενα πρότυπα υπονοούν τις ιδιαίτερα περίπλοκες τεχνικές λήψης απόφασης που φαίνονται γενικά αδικαιολόγητες σε μη οικονομολόγους (Howarth and Sanstad, 1995).

Γενικότερα, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κατηγορίες κινδύνου. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στον εξωτερικό κίνδυνο, ο οποίος περιλαμβάνει γενικές οικονομικές τάσεις (π.χ. υποχώρηση), αναμενόμενες μειώσεις των τιμών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας, πολιτικές αλλαγές και κυβερνητική πολιτική. Η δεύτερη κατηγορία κινδύνου καλείται επιχειρησιακός κίνδυνος, και αφορά π.χ. τομεακές οικονομικές τάσεις, μεμονωμένες επιχειρησιακές οικονομικές τάσεις, κίνδυνο χρηματοδότησης (αντίδραση των κύριων αγορών στις αυξήσεις στο δανεισμό). Τέλος η τρίτη κατηγορία κινδύνου ονομάζεται τεχνικός κίνδυνος. Αφορά κυρίως την τεχνική απόδοση των μεμονωμένων τεχνολογιών και την αναξιοπιστία. Μάλιστα ο τεχνικός κίνδυνος αφορά ορισμένες τεχνολογίες καθώς αρκετές τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζουν και διαφορετικά επίπεδα τεχνικού ρίσκου.

Ο κίνδυνος επομένως έχει πολλές διαστάσεις. Επιπλέον, η σημασία του αναμένεται να ποικίλει ανάλογα με τη χώρα, τον τομέα, την επιχείρηση και την

τεχνολογία και παρουσιάζει αλλαγές με την πάροδο του χρόνου. Ο κίνδυνος μπορεί να είναι δύσκολο να αξιολογηθεί, παρόλα αυτά οι αντιλήψεις για τον κίνδυνο μπορούν να εμποδίσουν την επένδυση χωρίς αυτό να σημαίνει ότι εκείνες οι αντιλήψεις είναι λογικές. Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν τον κίνδυνο ιδιαίτερα δύσκολο να ενσωματωθεί μέσα στα μηχανικά-οικονομικά πρότυπα.

2.2.10 Εμπόδια και Δαπάνες Συναλλαγής (Transaction Costs)

Η έννοια των δαπανών συναλλαγής προέρχεται αρχικά από τον βραβευμένο με Νόμπελ Οικονομικών, Ronald Coase ο οποίος επισημαίνει ότι είναι δαπάνες που χρησιμοποιούν τον μηχανισμό τιμολόγησης. Σε αντίθεση με τα νεοκλασικά οικονομικά, τα οικονομικά δαπανών συναλλαγής αρχίζουν με την υπόθεση ότι οι συναλλαγές είναι σπάνια ανέξοδες. Η δομή και η οργάνωση των επιχειρήσεων εξηγούνται κατά ένα μεγάλο μέρος από τις προσπάθειες να ελαχιστοποιηθούν οι δαπάνες συναλλαγής, παραδείγματος χάριν, η επιλογή μεταξύ της εσωτερικής παροχής ή το να απολύσουν εργατικό δυναμικό από μια βιομηχανία. Ο Arrow (1969, p.48) παραθέτει την άποψη ότι η αποτυχία αγοράς δεν είναι απόλυτη και είναι καλύτερο να εξεταστεί μια ευρύτερη κατηγορία, αυτή των δαπανών συναλλαγής, οι οποίες γενικά εμποδίζουν, σε ορισμένες περιπτώσεις, εντελώς το σχηματισμό των αγορών .

Στην περίπτωση των επενδύσεων σε ΤΕΕ αυτές οι δαπάνες περιλαμβάνουν κόστη για την συλλογή αξιολόγηση και εφαρμογή πληροφοριών, κόστη διαπραγματεύσεων με τους πιθανούς προμηθευτές, τους συνεργάτες και τους πελάτες, κόστη που προϋποθέτουν τον κίνδυνο, κόστη που ευθύνονται για την επιλογή των αποφάσεων και τέλος δαπάνες που αφορούν τις συμφωνίες ανάμεσα στα διάφορα μέρη. Επίσης, τόσο οι Golove and Eto(1996) αλλά και οι Sanstad and Howarth(1994) υποστηρίζουν ότι τα κόστη συναλλαγής έχουν πολλά να προσφέρουν στην κατανόηση των εμποδίων μια και προβλήματα όπως η ατελής ή η ασύμμετρη πληροφόρηση μπορούν να εξεταστούν υπό την προοπτική των οικονομικών των δαπανών συναλλαγής.

Από την άλλη πλευρά οι Hein and Block(1994) διεξήγαγαν μια έρευνα που αφορούσε δώδεκα ενεργειακούς συντονιστές στην βιομηχανία με στόχο να εκτιμήσουν το μέγεθος του κόστους συναλλαγής σε μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας στην βιομηχανία. Τα κόστη αυτά εκτιμήθηκαν με βάση την συλλογή πληροφοριών ,την εφαρμογή και παρακολούθηση των μέτρων. Τα κόστη βρέθηκαν σε ποσοστό αρκετά χαμηλό από 1%-6% για την εγκατάσταση των

ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών σε σχέση με το σύνολο και οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα κόστη αυτά μπορούν μερικώς μόνο να εξηγήσουν γιατί οι μεγάλες επιχειρήσεις δεν εφαρμόζουν την πλήρη δυναμικότητα των ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών. Έτσι τα οικονομικά κέρδη από την υιοθέτηση μιας επένδυσης μπορούν να αντισταθμιστούν από κόστη για την συλλογή, αξιολόγηση και εφαρμογή πληροφοριών για τα χαρακτηριστικά και την απόδοση του ενεργειακού εξοπλισμού, για την εγκατάσταση τέτοιων μέτρων καθώς και για την διαδικασία αποφάσεων σχετική με την ενεργειακή αποδοτικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΣΙΑ

3.1. Εισαγωγή

Η βασική αρχή που ισχύει σε κάθε προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας, είναι ότι θα πρέπει να έχουμε σαν πρωταρχικό στόχο την ορθολογική λειτουργία και την σωστή συντήρηση μίας εγκατάστασης. Ο στόχος αυτός στα κτίρια εξασφαλίζεται με την αλλαγή συμπεριφοράς του χρήστη και με απλά μέτρα νοικοκυρέματος.

Όταν εξαντλήσουμε τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας από τα μέτρα νοικοκυρέματος, θα πρέπει να εξετάσουμε την αντικατάσταση του εξοπλισμού ή την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, οι οποίες είναι επεμβάσεις που απαιτούν σημαντικές δαπάνες. Από την στιγμή που ο Μηχανικός θα προτείνει μία επέμβαση, οφείλει να είναι σε θέση να απαντήσει στο απλό και εύλογο ερώτημα του καταναλωτή ενέργειας: “Τι θα κερδίσω από τα χρήματα που θα επενδύσω;

Για το σκοπό αυτό θα πρέπει:

- α) Να εκτιμήσει το ενεργειακό όφελος που θα προκύψει από την προτεινόμενη επέμβαση, χρησιμοποιώντας απλοποιημένες μεθόδους υπολογισμού.
- β) Να αξιολογήσει οικονομικά την προγραμματιζόμενη επένδυση, χρησιμοποιώντας του δείκτες που δίνονται στο παρόν κεφάλαιο.

3.2. Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Στις περισσότερες εφαρμογές απαιτούνται αρχικές επενδύσεις για την υλοποίηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Οι επενδύσεις αυτές πρέπει να δικαιολογηθούν μέσω της μείωσης των λειτουργικών εξόδων, που προκύπτουν από την μείωση του κόστους της ενέργειας.

Οι βελτιώσεις των ενεργειακών συστημάτων έχουν πάντοτε μία καθυστερημένη απόδοση, επειδή τα έξοδα γίνονται στην αρχή της επέμβασης και τα οφέλη προκύπτουν αργότερα. Η διάρκεια ζωής μίας επέμβασης σ’ ένα ενεργειακό σύστημα εκτείνεται συνήθως σε αρκετά έτη. Για να είναι ένα έργο οικονομικά αξιόλογο, θα πρέπει η απαιτούμενη αρχική του επένδυση να είναι χαμηλότερη από το άθροισμα των ποσών εξοικονόμησης, τα οποία προκύπτουν από τη μείωση των λειτουργικών εξόδων κατά τη διάρκεια ζωής της επέμβασης.

Η οικονομική αξιολόγηση μίας επένδυσης γίνεται με τη βοήθεια των παρακάτω δεικτών:

- **ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

Χρόνος απόσβεσης ΧΑ ή χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης είναι το ηλικό της αρχικής δαπάνης της επένδυσης προς το ετήσιο όφελος που προκύπτει από αυτήν.

$$ΧΑ = \frac{\text{ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (ΑΔ)}}{\text{ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ (ΕΟ)}} \quad [\text{έτη}] \quad \text{ΑΔ [€], ΕΟ [€/έτος]}$$

Ο δείκτης αυτός βοηθά τον υποψήφιο επενδυτή στην εκτίμηση του οικονομικού κινδύνου μίας επένδυσης, αλλά δε λαμβάνει υπόψη α) τα οφέλη της επένδυσης μετά την περίοδο αποπληρωμής και β) την επίδραση του χρόνου στην αξία του χρήματος. Ισχύει μόνο αν το ετήσιο όφελος είναι σταθερό κάθε χρόνο.

- **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ**

Πολλά ενεργειακά έργα έχουν κύκλους ζωής (χρονική διάρκεια ζωής) μεγαλύτερους από 5 έτη και απαιτούν σημαντικά επενδυτικά κεφάλαια. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να συνυπολογισθεί η διαχρονική μείωση της αξίας του χρήματος. Διαχρονική μείωση έχουμε γιατί τα χρήματα της επένδυσης (π.χ. 10.000 €) που αποδίδονται σήμερα αξίζουν περισσότερο από τα ίδια χρήματα που θα αποδοθούν μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα από σήμερα (π.χ. 1, 2, 3 ... έτη), αφού τα χρήματα που αποδίδονται σήμερα μπορούσαν να επενδυθούν με καλύτερη απόδοση μέχρι τη στιγμή που θα αποδοθεί το άλλο ίσης αξίας ποσό. Η διαχρονική μείωση της αξίας του χρήματος εκφράζεται με το συντελεστή προεξόφλησης ΣΠ του μελλοντικού κόστους και οφέλους, που υπολογίζεται από τη σχέση

$$\Sigma\P_v = \frac{1}{(1+r)^v} \quad [-]$$

όπου:

r : επιτόκιο προεξόφλησης εξαρτώμενο από τον επενδυτή και το εμπορικό περιβάλλον στο οποίο κινείται, που μπορεί να συνδέεται α) με το κόστος δανεισμού του χρήματος, β) με την αξία των τραπεζικών καταθέσεων ή γ) με την παραγωγή κεφαλαίου από την έκδοση μετοχών.

v : ο αριθμός του έτους από την αρχή της επένδυσης (v = 0 για σήμερα, v = 1 μετά ένα έτος, v = 2 μετά δύο έτη, v = n για τον κύκλο ζωής ή

χρονική διάρκεια ζωής n του έργου).

- **ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝΗ ΧΡΗΜΑΤΙΚΗ ΡΟΗ**

Καθαρή χρηματική ροή EX ονομάζεται το αλγεβρικό άθροισμα της ποσότητας χρήματος που δαπανάται ή κερδίζεται στο τέλος κάθε έτους της χρονικής διάρκειας ζωής ενός έργου. Αν για παράδειγμα μία χρονιά δαπανώνται 5.000€ και κερδίζονται 3.000€, η ετήσια χρηματοροή είναι $EX = -5000 + 3000 = -2000€$. Στην αντίθετη περίπτωση θα ήταν $EX = -3000 + 5000 = 2000€$. Η δαπάνη (έξοδα) είναι για την αγορά, λειτουργία και συντήρηση του εξοπλισμού, ενώ το κέρδος (έσοδα) προέρχεται από την αποδοτικότερη λειτουργία. Η προεξοφλημένη χρηματοροή PX_v , για ένα έτος v μετά την επένδυση προκύπτει από το γινόμενο του συντελεστή προεξόφλησης για το συγκεκριμένο έτος επί την ετήσια χρηματοροή του ίδιου έτους.

$$PX_v = \text{ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ (ΣΠ}_v) \times \text{ΕΤΗΣΙΑ ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΗ (EX}_v) \text{ [€/έτος]}$$

- **ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ**

Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ είναι το συνολικό όφελος (κέρδος) που έχει ο επενδυτής από την εφαρμογή του έργου σε όλη τη διάρκεια ζωής του και προκύπτει από το άθροισμα των προεξοφλημένων καθαρών ταμιακών ροών (ΚΤΡ) για όλα τα έτη μετά την επένδυση.

$$\text{ΚΠΑ} = \text{ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝΩΝ ΚΤΡ} \left(\sum_{v=0}^n PX_v \right) \text{ [€]}$$

Αν η ΚΠΑ είναι θετική ($\text{ΚΠΑ} > 0$) η επένδυση κρίνεται βιώσιμη. Λαμβάνοντας υπόψη τους προηγούμενους δείκτες η σχέση της καθαρής παρούσας αξίας γίνεται

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{v=0}^n \frac{EX_v}{(1+r)^v} \text{ ΚΠΑ [€], } EX_v \text{ [€/έτος]}$$

- **ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης ΕΣΑ είναι το επιτόκιο προεξόφλησης για το οποίο η παρούσα αξία των καθαρών ταμιακών ροών από την επένδυση σε όλη τη χρονική διάρκεια ζωής τους έργου, είναι ίσα με το ποσό της επένδυσης. Δηλαδή είναι το επιτόκιο για το οποίο η καθαρή παρούσα αξία είναι μηδενική.

$EΣΑ = r$ για $KΠΑ = 0$

Οπότε η προηγούμενη σχέση γίνεται

$$\sum_{v=0}^n \frac{EX_v}{(1 + EΣΑ)^v} = 0$$

Παρατήρηση

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης ΕΣΑ είναι ένα δείκτης που χρησιμοποιείται από τον επενδυτή όταν δεν έχει συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης.

3.2.1 Βασικές διαφορές μεταξύ ΚΠΑ και ΕΣΑ

Στην ΚΠΑ, το επιτόκιο προεξόφλησης προσδιορίζεται εξωγενώς, δηλαδή στην αγορά κεφαλαίου. Στη μέθοδο του ΕΣΑ, το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι ο ΕΣΑ της επένδυσης ο οποίος προσδιορίζεται ενδογενώς, δηλαδή είναι συνάρτηση των ΚΤΡ της επένδυσης και του χρόνου στον οποίο αυτές λαμβάνονται.

Σε μερικές περιπτώσεις είναι δυνατόν να έχουμε περισσότερους από ένα ΕΣΑ. Η αιτία του προβλήματος αυτού έχει μαθηματική χροιά και αποδίδεται στην κατασκευή του υποδείγματος υπολογισμού του ΕΣΑ από τη στιγμή όπου η εκτίμησή του αφορά σε πολλαπλές(ίσως) ρίζες εξίσωσης βαθμού ίσου με τον χρονικό ορίζοντα αξιολόγησης. Κατά συνέπεια, η χρησιμοποίηση του ΕΣΑ μπορεί να μας οδηγήσει σε εσφαλμένες αποφάσεις. Τέτοιο πρόβλημα δεν υπάρχει όταν χρησιμοποιείται η ΚΠΑ, αφού δεν υπάρχει περίπτωση ύπαρξης δύο τιμών για την ΚΠΑ.

Η τρίτη βασική διαφορά έγκειται στο ότι το κριτήριο της ΚΠΑ εκφράζεται σε απόλυτους όρους, ενώ ο ΕΣΑ είναι ένα ποσοστό. Οι τρεις διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων είναι δυνατόν να προκαλέσουν σύγχυση ή και παραπλανητικές αποφάσεις όταν:

- α) αξιολογούμε μια μεμονωμένη επένδυση και
- β) επιθυμούμε να επιλέξουμε μεταξύ αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων.

Αξιολόγηση μεμονωμένης επένδυσης

Για την κατανόηση αυτής της περίπτωσης θα πρέπει να διακρίνουμε μεταξύ συμβατικών και μη συμβατικών επενδύσεων. Μια επένδυση ορίζεται ως συμβατική, όταν υπάρχει μία μόνον εναλλαγή στα πρόσημα των ΚΤΡ. Μια

επένδυση ορίζεται ως μη συμβατική, όταν υπάρχουν πολλαπλές (περισσότερες από μία) εναλλαγές στα πρόσημα των ΚΤΡ. Γενικά, όλες οι επενδύσεις οι οποίες δεν σημειώνουν απώλειες (αρνητική ΚΤΡ) σε κάποιο έτος υπάγονται επίσης στην κατηγορία των συμβατικών επενδύσεων. Για συμβατικές επενδύσεις και οι δύο μέθοδοι οδηγούν σε ταυτόσημες αποφάσεις. Ο λόγος είναι απλός. Εάν μία επένδυση με δεδομένο i έχει θετική ΚΠΑ, για την επένδυση αυτή, εξ' ορισμού, η ΕΠΑ θα είναι μεγαλύτερη από το i . Συνεπώς, η επένδυση θα γίνει αποδεκτή και με την ΚΠΑ (αφού $ΚΠΑ > 0$), και με την ΕΣΑ (αφού $ΕΠΑ > i$).

Για μη συμβατικές επενδύσεις τα πράγματα είναι διαφορετικά. Σύμφωνα με τη θεωρία των εξισώσεων, ο αριθμός των θετικών ΕΠΑ(r) είναι ίσος με τον αριθμό των εναλλαγών στα πρόσημα. Έτσι, για επενδύσεις συμβατικές, όπου υπάρχει μόνον μία εναλλαγή στα πρόσημα των ΚΤΡ, θα υπάρχει μία μόνον θετική τιμή για την ΕΠΑ και συνεπώς, δεν θα υπάρχει πρόβλημα αξιολόγησης με το κριτήριο αυτό. Συνεπώς, στην περίπτωση μη συμβατικών επενδύσεων, ο ΕΣΑ προκαλεί σύγχυση, ενώ με το κριτήριο της ΚΠΑ έχουμε μία μόνον τιμή. Σε τέτοιες περιπτώσεις μη συμβατικών επενδύσεων, προτείνεται η χρησιμοποίηση της μεθόδου της ΚΠΑ.

Αξιολόγηση αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων

Αρκετές φορές, σκοπός μας δεν είναι μόνο η αξιολόγηση επενδυτικών στοιχείων, αλλά και η επιλογή, ή η ιεράρχηση αυτών. Και στην περίπτωση αυτή, είναι δυνατόν μερικές φορές τα δύο αυτά κριτήρια να οδηγήσουν σε διαφορετικές αποφάσεις. Θα εξετάσουμε δύο προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται κατά τη διαδικασία επιλογής αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων. Αυτά είναι:

- το πρόβλημα μεγέθους και
- το πρόβλημα χρόνου.

Πρόβλημα μεγέθους

Όπως ήδη αναφέραμε, η ΚΠΑ είναι εκφρασμένη σε απόλυτους όρους, δηλαδή σε ευρώ. Επίσης, η ΚΠΑ υπολογίζεται σε σχέση με την αποδοτικότητα της καλύτερης εναλλακτικής επένδυσης στην αγορά κεφαλαίου. Συνεπώς, όταν οι επενδύσεις μπορούν να επιτύχουν υψηλή απόδοση στην αγορά κεφαλαίου, μια δεδομένη μελλοντική ΚΤΡ έχει μικρότερη αξία απ' ό,τι αν το επίπεδο των επιτοκίων στην αγορά είναι χαμηλό (δηλαδή οι επενδύσεις επιτυγχάνουν χαμηλή απόδοση στην αγορά κεφαλαίου). Ο ΕΣΑ, σε αντιδιαστολή, είναι ένα ποσοστό και ως εκ τούτου, εξ' ορισμού, αδυνατεί να μας δώσει μια πλήρη εικόνα της

αποδοτικότητα της επένδυσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο ΕΣΑ, όντας ένα ποσοστό, αγνοεί τη διάσταση μέγεθος της επένδυσης. Να μην ξεχνάμε ότι σε προβλήματα επιλογής, δεν μας ενδιαφέρει μόνον η απόδοση ως ποσοστό, δηλαδή η ΕΠΑ, αλλά και η συνολική αξία της επένδυσης. Μεγιστοποίηση του πλούτου της επιχείρησης (και των επενδυτών) επιτυγχάνεται με την επιλογή επενδύσεων οι οποίες αξιολογούνται και επιλέγονται με το κριτήριο της ΚΠΑ .

Η ΕΠΑ δεν έχει σχεδιασθεί για την επιλογή επενδύσεων , επειδή : α) αγνοείται η διάσταση του μεγέθους του κεφαλαίου που απαιτείται για την επένδυση και β) δεν ενσωματώνεται άμεσα στη διαδικασία υπολογισμού του ΕΒΑ το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου , δηλαδή ο βαθμός απόδοσης που μπορεί να επιτευχθεί στην καλύτερη εναλλακτική επένδυση (το i). Συνεπώς, με την ΕΠΑ δεν αξιολογούμε επενδύσεις σε σχέση με το i .

Φυσικά , η ΕΠΑ συγκρίνεται με το εκάστοτε ισχύον σχετικό επιτόκιο αγοράς, αλλά σε προβλήματα επιλογής, ο επενδυτής (τελικά) καλείται να επιλέξει μεταξύ δύο εσωτερικών βαθμών απόδοσης, κανένας εκ των οποίων δεν εκφράζει το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου. Από τα ανωτέρω συμπεραίνουμε ότι σε ανάλογες περιπτώσεις πρέπει να χρησιμοποιείται η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας(ΚΠΑ) ως κριτήριο επιλογής μεταξύ αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων .

Πρόβλημα χρόνου

Ένα άλλο πρόβλημα που μπορεί να αντιμετωπίσουμε στην πράξη, είναι η αξιολόγηση αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων με το ίδιο αρχικό κεφάλαιο, αλλά διαφορετική χρονική διάρθρωση των καθαρών ταμειακών ροών. Γνωρίζουμε ότι η ΕΠΑ είναι θετική συνάρτηση των ΚΤΡ και αρνητική συνάρτηση της χρονικής διάρθρωσής τους. Είναι λοιπόν δυνατόν, να έχουμε δύο επενδύσεις με το ίδιο κεφάλαιο, ίδια χρονική διάρκεια, αλλά διαφορετική κατανομή των ΚΤΡ διαχρονικά .

Η ΕΠΑ της επένδυσης με λιγότερο συνολικό κέρδος μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την ΕΠΑ της επένδυσης με μεγαλύτερο συνολικό κέρδος. Από την άλλη πλευρά , εάν το επίπεδο των επιτοκίων στην αγορά κεφαλαίου είναι χαμηλό, η ΚΠΑ μπορεί να μας δώσει διαφορετική ιεράρχηση επενδύσεων απ' ότι η ΕΠΑ. Για άλλη μια φορά , παρατηρούμε ότι είναι δυνατόν μερικές φορές, τα δύο κριτήρια να μας οδηγήσουν σε διαφορετικές αποφάσεις. Στην περίπτωση όπου οι

δύο μέθοδοι οδηγούν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα, η απόφαση για την επιλογή των επενδύσεων εξαρτάται από την αποδοτικότητα των κεφαλαίων στην αγορά κεφαλαίου .

Εκτός του μεγέθους των ΚΤΡ και της χρονικής διάρθρωσης αυτών , η ΚΠΑ επηρεάζεται και από το ύψος του επιτοκίου προεξόφλησης. Για χαμηλά επιτόκια, η αρνητική επίδραση της προεξόφλησης δεν είναι τόσο σημαντική. Όταν λοιπόν οι δύο μέθοδοι οδηγούν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα, εξαρτάται από την τιμή του i , δηλαδή από την αποδοτικότητα των κεφαλαίων στην αγορά κεφαλαίου .

3.3 Δυνατότητες χρηματοδότησης

Ένα από βασικά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ο επενδυτής ενός ενεργειακού έργου είναι η εύρεση του κεφαλαίου για τη χρηματοδότηση του έργου. Στους ανασταλτικούς παράγοντες συγκαταλέγονται το μεγάλο αρχικό κόστος, η μακρά περίοδος απόσβεσης της επένδυσης, το μεγάλο τεχνολογικό και λειτουργικό ρίσκο και η περιορισμένη γνώση των σύγχρονων τεχνολογιών.

3.3.1 Κλασικές μορφές χρηματοδότησης

Στις κλασικές μορφές χρηματοδότησης περιλαμβάνονται:

- Η αυτοχρηματοδότηση, δηλαδή η χρήση ίδιων κεφαλαίων για τη χρηματοδότηση του έργου.
- Ο δανεισμός, ο οποίος παρουσιάζεται στον ισολογισμό της επιχειρησιακής μονάδας. Το μειονέκτημα από αυτή τη διαδικασία είναι ότι εμφανίζονται τα κέρδη της επιχείρησης μειωμένα.
- Οι κρατικές ενισχύσεις, μέσω κυρίως των κοινοτικών πλαισίων στήριξης εντός της Ε.Ε..

3.3.2 Σύγχρονοι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί

Στους σύγχρονους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς συγκαταλέγεται η Χρηματοδότηση Μέσω Τρίτων – ΧΑΤ (Third Party Financing - TPF) ενεργειακών έργων. Συγκεκριμένα η ΧΑΤ προσφέρει:

- Άμεση διάθεση των κονδυλίων επένδυσης, χωρίς επιβάρυνση του χρήστη.
- Ανάλυση μερικώς ή εξ' ολοκλήρου του επενδυτικού κινδύνου, μιας και η αποπληρωμή της επένδυσης γίνεται βάση της απόδοσής της.

- Ολοκληρωμένη τεχνική κάλυψη από τη σύλληψη του επενδυτικού σχεδίου, την αξιολόγησή του και την επιλογή προμηθευτών μέχρι την κατασκευή, λειτουργία και παρακολούθηση της απόδοσης του έργου.
- Συνολική διαχειριστική και οργανωτική κάλυψη κατά τις φάσεις αδειοδότησης, προμήθειας, κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Σήμερα συμπεριλαμβάνονται στο αντικείμενο της αγοράς ΧΑΤ, όλα τα έργα που έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν χρηματορροές αποφευχθέντος κόστους ή νέες εισροές λόγω πωλήσεων, ως αποτέλεσμα επενδύσεων σε καινοτόμες τεχνολογίες. Η συμμετοχή δύο μερών συνιστά τη βάση για την εφαρμογή της ΧΑΤ. Το ένα είναι η Εταιρία Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ ή ESCO), η οποία δρα ως ανάδοχος για τον σχεδιασμό, ανάπτυξη και λειτουργία του έργου και συνεπώς αναλαμβάνει όλους τους εγγενείς τεχνικούς και οικονομικούς κινδύνους. Το δεύτερο είναι ο καταναλωτής ενέργειας (χρήστης ΧΑΤ), ο οποίος είναι ο ιδιοκτήτης των εγκαταστάσεων στις οποίες εκτελείται η επένδυση.

Παρόλα τα προφανή πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρηματοδότηση ενεργειακών έργων μέσω τρίτων έχει και ορισμένα μειονεκτήματα όπως η διαφορά ανάμεσα στις προβλέψεις και τα αποτελέσματα, η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια απόσβεσης από την αναμενόμενη, η εξάρτηση από τη λειτουργία της επιχείρησης κ.α..

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συμβάσεων στη ΧΑΤ, οι οποίοι και παρουσιάζονται παρακάτω κατά σειρά προτίμησης εφαρμογής:

- Συμμετοχή στα Εξοικονομούμενα (Shared Savings). Στη σύμβαση αυτή οι ακαθάριστες χρηματορροές που δημιουργούνται από την επένδυση καταμερίζονται μεταξύ του αναδόχου και του χρήστη. Η συνήθης διάρκεια των εν λόγω συμβάσεων κυμαίνεται μεταξύ 5 και 10 ετών. Όλα τα ρίσκα μεταβιβάζονται στην ESCO.
- Εγγυημένη Εξοικονόμηση (Guaranteed Savings). Στη σύμβαση αυτή οι πληρωμές στην ESCO είναι γνωστές εξαρχής και γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, υπάρχει όμως η εγγύηση του αναδόχου ως προς τα κέρδη. Η διάρκεια αυτών των συμβάσεων είναι κατά κανόνα μεγάλη.
- Καθολική Αποπληρωμή (First Out). Στην περίπτωση αυτή η ανάδοχος εισπράττει το σύνολο των ακαθάριστων χρηματορροών είτε μέχρι να αποπληρωθεί το επενδύόμενο κεφάλαιο και τα κέρδη της ΧΑΤ είτε μέχρι να λήξει η σύμβαση. Οι συμβάσεις αυτού του τύπου έχουν μικρή διάρκεια.

Ένας άλλος χρηματοδοτικός μηχανισμός είναι ο BOT (Build Operate Transfer). Ο BOT προβλέπει μια κοινοπραξία διαφορετικών εταιριών, οι οποίες αναλαμβάνουν από κοινού τη διεκπεραίωση ενός έργου που τους ανέθεσε το κράτος. Ο οργανισμός αυτός είναι υπεύθυνος για την κατασκευή, τη χρηματοδότηση, τη λειτουργία και τη συντήρηση του έργου για μια καθορισμένη χρονική περίοδο. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου το έργο το εκμεταλλεύεται ο οργανισμός, ενώ μετά το τέλος της περιόδου, το έργο μεταφέρεται στο κράτος.

Στα πλεονεκτήματα ενός έργου που κατασκευάζεται με το χρηματοδοτικό μηχανισμό BOT περιλαμβάνονται:

- Η μη καταβολή κρατικών κεφαλαίων.
- Η μετατόπιση των ρίσκων.
- Η παροχή τεχνογνωσίας, σύγχρονου εξοπλισμού και πρόσβαση σε ισχυρές αγορές.
- Η εισαγωγή ξένου κεφαλαίου.
- Η βέλτιστη απόδοση.

Τα όποια προβλήματα του χρηματοδοτικού αυτού μηχανισμού οφείλονται κατά κύριο λόγο στην ίδια τη φύση του έργου.

3.4 Μέθοδοι εξόφλησης δανείων

Οι διάφοροι οικονομικοί οργανισμοί για την κάλυψη των συνολικών αναγκών τους σε κεφάλαια πραγματοποιούν δάνεια, εφόσον τα έσοδά τους δεν αρκούν. Τα δάνεια χωρίζονται ανάλογα με τη διάρκειά τους σε βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Τα βραχυπρόθεσμα ιδιωτικά δάνεια γίνονται κυρίως με τραπεζικό δανεισμό ενώ τα κρατικά βραχυπρόθεσμα με έντοκα γραμμάτια. Ένα μακροπρόθεσμο δάνειο είναι μια σύμβαση μεταξύ δανειστή και δανειζομένου. Όταν υπάρχει ένας δανειστής και ένας οφειλέτης το δάνειο ονομάζεται ενιαίο, ενώ όταν οι δανειστές είναι πολλοί και ένας ο οφειλέτης ονομάζεται ομολογιακό δάνειο. Υπάρχουν πάρα πολλοί τρόποι εξόφλησης δανείων. Παρακάτω εξετάζονται τέσσερις από τους πιο συνηθισμένους. Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτών είναι ότι προβλέπουν είτε εφάπαξ εξόφληση του δανείου σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές είτε βαθμιαία εξόφληση εντός ορισμένου χρόνου. Τα ποσά της βαθμιαίας εξόφλησης λέγονται χρεολύσια. Τα χρεολύσια μαζί με τους εκάστοτε πληρωτέους τόκους σχηματίζουν τα τοκοχρεολύσια, τα οποία αποτελούν τις δόσεις εξόφλησης του δανείου.

Εφάπαξ εξόφληση δανείου με απλό τόκο

Στο τέλος κάθε χρόνου καταβάλλεται ο τόκος και με τη λήξη της περιόδου του δανείου εξοφλείται το δάνειο. Δίνονται οι παρακάτω διευκρινίσεις:

- Οι οφειλόμενοι τόκοι υπολογίζονται κάθε φορά από το ποσό του ανεξόφλητου δανείου στο τέλος του προηγούμενου έτους
- Ως πληρωμή τόκων ορίζεται η αμοιβή για το κεφάλαιο που έχει δανεισθεί.
- Ως χρεολύσιο ορίζεται το ποσό που πληρώνεται στον δανειστή για την εξόφληση του δανείου
- Το ανεξόφλητο δάνειο υπολογίζεται κάθε φορά μετά την αφαίρεση των μέχρι τότε χρεολυσίων από το συνολικό δάνειο.
- Ως τοκοχρεολύσιο ορίζεται το άθροισμα του χρεολυσίου και των πληρωτέων τόκων.

Εφάπαξ εξόφληση δανείου με ανατοκισμό

Στο τέλος κάθε χρόνου δεν καταβάλλεται κανένα ποσό έναντι των οφειλόμενων τόκων και με την λήξη της περιόδου του δανείου εξοφλείται το δάνειο και οι τόκοι μαζί.

Βαθμιαία εξόφληση με ισόποσα χρεολύσια

Στο τέλος κάθε χρόνου για την εξόφληση του δανείου θα καταβάλλεται ένα ποσό (χρεολύσιο) που είναι ίσο με το μέρος του δανείου που θα αντιστοιχούσε σε κάθε χρόνο χωρίς το επιτόκιο, καθώς επίσης ο τόκος, ο οποίος υπολογίζεται επί του ποσού που είχε στα χέρια του ο δανειζόμενος στην αρχή κάθε χρόνου.

Βαθμιαία εξόφληση με ίσα τοκοχρεολύσια

Στο τέλος κάθε χρόνου καταβάλλονται ισόποσα τοκοχρεολύσια. Ο τόκος από χρόνο σε χρόνο μειώνεται ενώ το χρεολύσιο αυξάνει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

4.1 Βασικές έννοιες

Η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται μόνον από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας προς ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας, με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

• Με αγωγιμότητα

Η μετάδοση της θερμότητας με αγωγιμότητα (conduction) γίνεται από τα μόρια των σωμάτων, που παραλαμβάνουν θερμότητα από γειτονικά μόρια υψηλότερης θερμοκρασίας και την μεταδίδουν σε γειτονικά μόρια χαμηλότερης θερμοκρασίας. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η μετάδοση στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια σώματα, αλλά ειδικά για τα στερεά είναι ο μοναδικός δρόμος ροής της θερμότητας δια μέσου της μάζας τους.

Η θερμική ισχύς που μεταδίδεται με αγωγιμότητα μέσα από ένα επίπεδο τοίχωμα, δηλαδή το ποσόν της θερμότητας Q που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου, υπολογίζεται από την σχέση

$$\dot{Q} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot (t_{si} - t_{se}) \quad [\text{kcal/h}] \quad \text{ή} \quad [\text{W}]$$

όπου:

λ [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

τοιχώματος

δ [m] : πάχος τοιχώματος

F [m²] : επιφάνεια τοιχώματος

t_{si} / t_{se} [°C] ή [K] : εσωτερική/εξωτερική θερμοκρασία

επιφανείας τοιχώματος

Αν αντιστρέψουμε το κλάσμα λ/δ η προηγούμενη σχέση γράφεται

$$\dot{Q} = \frac{1}{\frac{\delta}{\lambda}} \cdot F \cdot (t_{si} - t_{se})$$

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι ένα χαρακτηριστικό μέγεθος με μεγάλη σημασία για κάθε υλικό, γιατί καθορίζει την θερμομονωτική του ικανότητα. Όσο πιο μικρός είναι, τόσο πιο πολύ θερμομονωτικό είναι το υλικό στο οποίο αναφέρεται. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει την μικρότερη γνωστή τιμή

θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0,021 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$). Σ' αυτή την ιδιότητα στηρίζεται η μονωτική δράση των θερμομονωτικών υλικών, γιατί κατασκευάζονται έτσι ώστε να δημιουργούνται μέσα στη μάζα τους μικροί πόροι (κυψελίδες) παγιδευμένου αέρα.

Στα αέρια ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας αυξάνεται με τη θερμοκρασία, στα υγρά μειώνεται με μοναδική εξαίρεση το νερό και τη γλυκερίνη, στα περισσότερα μέταλλα μειώνεται, ενώ στα δομικά και μονωτικά υλικά αυξάνεται παράλληλα με τη θερμοκρασία και την υγρασία.

• Με μετάβαση

Η μετάδοση της θερμότητας με μετάβαση (convection) ή επαφή – μεταφορά ή συναγωγή, γίνεται από την κίνηση των μορίων ενός υγρού ή αερίου σώματος. Με την κίνηση αυτή οι θερμότερες μάζες του ρευστού κατευθύνονται σε περιοχές με ψυχρότερες μάζες, στις οποίες δίνουν θερμότητα. Όταν η κίνηση του ρευστού οφείλεται μόνο στη διαφορά πυκνότητας στη μάζα του λόγω θερμοκρασιακών διαφορών, έχουμε μετάβαση με φυσική κυκλοφορία. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται ροή του ρευστού προς τα πάνω αν το στερεό σώμα είναι θερμότερο και ροή προς τα κάτω αν το στερεό σώμα είναι ψυχρότερο. Όταν η κίνηση του ρευστού επιβάλλεται από κάποια μηχανή (αντλία, ανεμιστήρας), έχουμε μετάβαση με εξαναγκασμένη κυκλοφορία.

Η θερμική ισχύς που μεταδίδεται με μετάβαση από ένα ρευστό προς ένα τοίχωμα, δηλαδή το ποσό της θερμότητας Q που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου, υπολογίζεται από την σχέση

$$\dot{Q} = \alpha \cdot F \cdot (t_p - t_s) \quad [\text{kcal/h}] \text{ ή } [\text{W}]$$

όπου:

α $[\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ ή $[\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$: συντελεστής θερμικής μετάβασης ή

συναγωγής ρευστού

F $[\text{m}^2]$: επιφάνεια τοιχώματος

t_p $[\text{}^\circ\text{C}]$ ή $[\text{K}]$: θερμοκρασία ρευστού

t_s $[\text{}^\circ\text{C}]$ ή $[\text{K}]$: θερμοκρασία επιφανείας τοιχώματος

• Με ακτινοβολία

Η μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία(radiation) γίνεται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, χωρίς να απαιτείται η επαφή των σωμάτων. Έτσι κάθε σώμα εκπέμπει θερμική ακτινοβολία, η οποία όταν προσπίπτει σε ένα άλλο σώμα μπορεί κατά ένα μέρος να περάσει μέσα από αυτό, κατά ένα μέρος να ανακλαστεί και κατά ένα μέρος να απορροφηθεί.

Η ποσότητα της θερμότητας που εκπέμπει ένα σώμα υπολογίζεται από την σχέση

$$\dot{Q} = \varepsilon \cdot \left(\frac{t_{\sigma}}{100} \right)^4 \quad [\text{W/m}^2]$$

όπου:

ε [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4$] : συντελεστής εκπομπής σώματος, που εξαρτάται από την φύση, την κατάσταση επιφανείας και τη θερμοκρασία του σώματος (Πίνακας 14)

t_{σ} [K] : θερμοκρασία σώματος

Εκτός από το μαύρο σώμα που απορροφά το σύνολο της θερμικής ακτινοβολίας που πέφτει πάνω του και το λευκό σώμα που αντανακλά το σύνολο της θερμικής ακτινοβολίας, όλα τα άλλα σώματα απορροφούν ένα μέρος αυτής.

Στις περισσότερες περιπτώσεις στην πράξη, οι τρεις τρόποι μετάδοσης θερμότητας συναντούνται σε διάφορους συνδυασμούς. Στο ανθρώπινο σώμα έχουμε μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία από το σώμα στον αέρα, με μετάβαση γιατί ο αέρας που έρχεται σε επαφή με το σώμα θερμαίνεται (γίνεται ελαφρύτερος) και μετακινείται προς τα πάνω και με αγωγιμότητα επειδή τα πόδια βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Τέλος στις θερμικές και ψυκτικές εγκαταστάσεις, η μετάδοση της θερμότητας με μετάβαση είναι πολλές φορές συνδεδεμένη με την αλλαγή φάσης του ρευστού. Έτσι σε ένα σωλήνα που ρέει ψυκτικό υγρό το οποίο ατμοποιείται, η μετάδοση της θερμότητας γίνεται: α) με μετάβαση μεταξύ υγρού και ατμού, β) με μετάβαση μεταξύ υγρού και εσωτερικής επιφανείας του σωλήνα, γ) με αγωγιμότητα μέσα στο τοίχωμα του σωλήνα, δ) με μετάβαση και ακτινοβολία από την εξωτερική επιφάνεια του σωλήνα στον αέρα.

4.2 Προτεινόμενες επεμβάσεις

Η θερμομόνωση είναι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία. Επειδή μάλιστα σε ορισμένα τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας επικρατούν ιδιαίτερα υψηλές /χαμηλές θερμοκρασίες, οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας είναι μεγάλες. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι η θερμομόνωση μειώνει τις θερμικές απώλειες μίας δεξαμενής κατά τέσσερις φορές περίπου, ενώ στις σωληνώσεις η μείωση είναι πολύ μεγαλύτερη. Τέλος σε εργοστάσια που έχουν εκτεταμένες περιοχές υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών, η θερμομόνωση μπορεί να εξασφαλίσει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέχρι 25%.

Η θερμομόνωση στη βιομηχανία εφαρμόζεται σε τρεις τομείς:

- Κτίρια και εγκαταστάσεις
- Στοιχεία της παραγωγικής διαδικασίας (δεξαμενές, σωληνώσεις νερού, σωληνώσεις ατμού κ.λπ.).
- Παραγόμενα προϊόντα (ψυγεία, κουζίνες, θερμοσίφωνες κ.λπ.).

Με την χρήση της θερμομόνωσης εξασφαλίζεται:

- α. Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας, με τελικό σκοπό την μείωση του κόστους των παραγόμενων προϊόντων.
- β. Η προστασία των εργαζομένων από την επαφή με επιφάνειες μεγάλης θερμοκρασίας (κίνδυνος εγκαυμάτων). Οι μονώσεις αυτού του τύπου έχουν μικρό πάχος και μειώνουν τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφανείας συσκευών, σωληνώσεων ή μηχανημάτων κάτω από τους 50°C.
- γ. Η βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος σε χώρους με εστίες υψηλής θερμοκρασίας (π.χ. ατμολέβητες).
- δ. Η ρύθμιση ή διατήρηση της θερμοκρασίας σε χώρους όπου διατηρείται ή εξελίσσεται μία διεργασία (π.χ. αντιδραστήρας).
- ε. Η παρεμπόδιση της συμπύκνωσης της ατμοσφαιρικής υγρασίας σε ψυχρές επιφάνειες τοιχωμάτων και σωληνώσεων.
- στ. Η προστασία σωληνώσεων και δεξαμενών, στις οποίες τα υγρά μπορούν να στερεοποιηθούν (π.χ. νερό) ή να έχουν δύσκολη άντληση (π.χ. μαζούτ) κατά τους χειμερινούς μήνες.

4.3. Θερμομονωτικά υλικά

Υλικά μόνωσης των σωλήνων είναι ο υαλοβάμβακας, ο ορυκτοβάμβακας, η πολυουρεθάνη, το πυριτικό ασβέστιο και το κυψελοειδές γυαλί. Η μόνωση των σωλήνων γίνεται με λουρίδες μονωτικού παπλώματος και με κογχύλια. Οι δύο αυτοί τρόποι παρουσιάζουν σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και το κόστος τους είναι συγκρίσιμο. Τα μονωτικά παπλώματα από τα οποία κόβονται οι λουρίδες είναι τα ίδια που χρησιμοποιούνται για τη μόνωση των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου και είναι συνήθως υαλοβάμβακας ή ορυκτοβάμβακας. Οι λουρίδες εφαρμόζονται γύρω από τους σωλήνες με τύλιγμα σε σπειροειδή μορφή και αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 1cm. Το τύλιγμα πρέπει να γίνεται αρκετά σφικτά για να μην μπορεί να εισχωρήσει αέρας μεταξύ του σωλήνα και του μονωτικού. Στην αρχή και στο τέλος της λουρίδας, αλλά και σε κανονικά ενδιάμεσα διαστήματα, πρέπει να γίνεται στερέωση με λεπτό σύρμα ή κολλητική ταινία. Εκεί που τελειώνει μία λουρίδα και αρχίζει η επόμενη γίνεται αλληλοεπικάλυψη αρκετών εκατοστών και στερέωση. Η διαδικασία εφαρμογής της μόνωσης με λουρίδες είναι πιο χρονοβόρα από εκείνη της μόνωσης με κογχύλια. Παρουσιάζει επίσης δυσκολίες στα σημεία των σωλήνων που δεν έχουν καλή πρόσβαση ή βρίσκονται σε επαφή με τα δομικά στοιχεία. Είναι όμως ιδιαίτερα κατάλληλη για τη μόνωση των σωλήνων γύρω από τα ειδικά εξαρτήματα του δικτύου (βάνες, δικλείδες κ.λπ.) και για τα σημεία που έχουμε απότομες αλλαγές διεύθυνσης.

Τα κογχύλια από κυψελοειδές γυαλί είναι τεμάχια ημικυλινδρικού σχήματος με κενό, από τα οποία περνά ο σωλήνας. Η σωστή επιλογή της εσωτερικής διαμέτρου του κογχυλιού σε σχέση με την εξωτερική διάμετρο του σωλήνα, έχει πολύ σημαντική επίδραση στο μονωτικό αποτέλεσμα που παρέχεται. Εξασφαλίζουν θερμομόνωση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (μέχρι -180°C), παρέχουν πυρασφάλεια, έχουν φυσική αντοχή στο χρόνο, μηδενική διαπερατότητα σε υγρασία, δεν διαβρώνονται και δεν επηρεάζονται από τα έντομα και τα τρωκτικά.

Για τη μόνωση των δεξαμενών χρησιμοποιούνται συνήθως φύλλα μονωτικού παπλώματος που τυλίγονται γύρω από αυτές ή μονωτικά πανό αν οι δεξαμενές είναι ορθογώνιες.

4.4 Υπολογισμός συντελεστή μετάβασης

Σε όλα σχεδόν τα προβλήματα μόνωσης πρέπει να υπολογίσουμε το ποσό της θερμότητας που μεταδίδεται μεταξύ δύο ρευστών στην μονάδα του χρόνου, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες και χωρίζονται από ένα τοίχωμα.

Το διαχωριστικό τοίχωμα μπορεί να είναι επίπεδο (ορθογωνική ή κυβική δεξαμενή), κυλινδρικό (κυλινδρική δεξαμενή ή σωλήνωση) ή σφαιρικό (σφαιρική δεξαμενή).

Μονάδες μέτρησης

$$\dot{Q} \text{ [kcal/h.m}^2\text{]} \quad \text{ή} \quad \text{[W/m}^2\text{]}$$

$$\dot{q} \text{ [kcal/h.m]} \quad \text{ή} \quad \text{[W/m]}$$

Η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με τρεις τρόπους:

- α. Με μετάβαση από το εσωτερικό ρευστό προς το τοίχωμα.
- β. Με αγωγιμότητα μέσα στο τοίχωμα.
- γ. Με μετάβαση από το τοίχωμα προς το εξωτερικό ρευστό.
- δ. Με ακτινοβολία από το εσωτερικό ρευστό προς το τοίχωμα και από το τοίχωμα προς το εξωτερικό ρευστό.

Η μετάδοση με ακτινοβολία οφείλεται στις μεγάλες θερμοκρασίες που έχουμε συνήθως στη βιομηχανία, φαινόμενο που δεν παρουσιάζεται στις οικοδομές. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο τον συντελεστή θερμικής μετάβασης α , όπως γίνεται στις οικοδομικές μονώσεις, αλλά θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και τον συντελεστή ακτινοβολίας α_r . Ο ολικός συντελεστής θερμικής μετάβασης είναι το άθροισμα του συντελεστή θερμικής μετάβασης α και του συντελεστή ακτινοβολίας α_r και υπολογίζεται για το εσωτερικό και το εξωτερικό ρευστό με τις παρακάτω σχέσεις. Μάλιστα για λόγους ευκολίας ο ολικός συντελεστής ονομάζεται εσωτερικός συντελεστής μετάβασης (όταν αναφέρεται στο εσωτερικό ρευστό) και εξωτερικός συντελεστής μετάβασης (όταν αναφέρεται στο εξωτερικό ρευστό).

• Εσωτερικός συντελεστής μετάβασης

$$\alpha_i = \alpha + \alpha_r \text{ [kcal/h. m}^2\text{. }^\circ\text{C]} \quad \text{ή} \quad \text{[W/m}^2\text{. K]}$$

όπου:

α [kcal/h . m² . °C] ή [W/m² . K] : συντελεστής θερμικής μετάβασης
εσωτερικού ρευστού

α_r [kcal/h . m² . °C] ή [W/m² . K] : συντελεστής ακτινοβολίας

• Εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

$$\alpha_e = \alpha + \alpha_r \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Μονάδες μέτρησης [W/m² . K]

$\alpha = A \cdot \sqrt[4]{t_{se} - t_e}$ για επίπεδο ή σφαιρικό τοίχωμα στο εσωτερικό του κτιρίου

$\alpha = 1,31 \cdot \sqrt[4]{\frac{t_{se} - t_e}{d + 2\delta}}$ για κυλινδρικό τοίχωμα στο εσωτερικό του κτιρίου

$\alpha = 5,22 + 3,94 v$ για επίπεδο ή σφαιρικό τοίχωμα στο εξωτερικό του κτιρίου
με ταχύτητα ανέμου $v \leq 5\text{m/s}$

$\alpha = 7,10 v^{0,78}$ για επίπεδο ή σφαιρικό τοίχωμα στο εξωτερικό του κτιρίου
με ταχύτητα ανέμου $v > 5\text{m/s}$

$\alpha = \frac{4,15v^{0,8}}{(d + 2\delta)^{0,2}}$ για κυλινδρικό τοίχωμα στο εξωτερικό του κτιρίου

όπου:

A [-] : συντελεστής, $A = 2,49$ για θερμοροή προς τα επάνω
 $= 1,31$ για θερμοροή προς τα κάτω
 $= 1,84$ για οριζόντια θερμοροή

t_{se} [°C] : θερμοκρασία εξωτερικής επιφανείας τοιχώματος ή μόνωσης

t_e [°C] : θερμοκρασία εξωτερικού ρευστού (συνήθως ατμοσφαιρικός αέρας)

d [m] : εξωτερική διάμετρος σωλήνα

δ [m] : πάχος μόνωσης

v [m/s] : ταχύτητα αέρα

Συντελεστής ακτινοβολίας για όλα τα τοιχώματα

$$\alpha_r = c \cdot \frac{(t_{se}/100)^4 - (t_e/100)^4}{t_{se} - t_e} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

όπου:

c : συντελεστής, $c = 4,60$ για τις μεταλλικές επιφάνειες
 $= 5,30$ για όλες τις άλλες επιφάνειες (τσιμέντο, γύψο,
βαφές κ.λπ.)

t_{se} [K] : θερμοκρασία εξωτερικής επιφανείας τοιχώματος ή μόνωσης

t_e [K] : θερμοκρασία εξωτερικού ρευστού.

4.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών σε τοιχώματα

• Επίπεδο τοίχωμα

Επίπεδα τοιχώματα έχουμε σε ορθογώνιες ή κυβικές δεξαμενές, λέβητες, κλιβάνους, φούρνους, ψυκτικούς θαλάμους κ.λπ. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$\dot{Q} = \frac{t_i - t_e}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}^2]$$

όπου:

t_i / t_e [°C] ή [K] : θερμοκρασία εσωτερικού / εξωτερικού ρευστού

α_i / α_e [kcal/h · m² · °C] ή [W/m² · K] : εσωτερικός / εξωτερικός συντελεστής
μετάβασης

δ [m] : πάχος κάθε στρώσης του τοιχώματος

λ [kcal/h · m · °C] ή [W/m · K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κάθε
στρώσης.

Ειδικές περιπτώσεις

Για λεπτό μεταλλικό αμόνωτο τοίχωμα

$$\dot{Q} = \alpha_e \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}^2]$$

Θεωρούμε ότι η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφανείας του τοιχώματος t_{se} είναι ίση με εκείνη της εσωτερικής επιφανείας t_{si} και με τη θερμοκρασία του εσωτερικού ρευστού t_i ($t_{se} \approx t_{si} \approx t_i$).

Για λεπτό μεταλλικό μονωμένο τοίχωμα

$$\dot{Q} = \frac{t_i - t_e}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}^2]$$

Αν η εγκατάσταση είναι μέσα στο κτίριο $\alpha_e = 8 \div 10 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Αν είναι υπαίθρια $\frac{1}{\alpha_e} \approx 0$.

• Κυλινδρικό τοίχωμα

Κυλινδρικά τοιχώματα έχουμε σε σωληνώσεις των ρευστών, κυλινδρικές δεξαμενές ή δοχεία, θερμοσίφωνες κ.λπ. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$\dot{q} = \frac{\pi \cdot (t_i - t_e)}{\frac{1}{\alpha_i \cdot d} + \sum \frac{1}{2\lambda_n} \cdot \ln \frac{d_n}{d_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}]$$

όπου:

t_i / t_e [$^{\circ}\text{C}$] ή [K] : θερμοκρασία εσωτερικού / εξωτερικού ρευστού

α_i / α_e [$\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$] ή [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$] : εσωτερικός / εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

d [m] : εξωτερική διάμετρος αμόνωντου σωλήνα

D [m] : εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος
($D=d+2\delta$ για μία στρώση μονωτικού υλικού πάχους δ)

d_n / d_{n-1} [m] : εξωτερική / εσωτερική διάμετρος της νιοστής στρώσης μόνωσης

λ_n [$\text{kcal/h} \cdot \text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}$] ή [$\text{W/m} \cdot \text{K}$] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της νιοστής στρώσης μόνωσης

Ειδικές περιπτώσεις :

Για αμόνωτες σωληνώσεις

$$\dot{q} = \pi \cdot d \cdot \alpha_e \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}]$$

Για μονωμένες σωληνώσεις εντός κτιρίου

$$\dot{q} = \frac{\pi \cdot (t_i - t_e)}{\frac{1}{2\lambda} + \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}]$$

Για μονωμένες σωληνώσεις στην ύπαιθρο

$$\dot{q} = \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot (t_i - t_e)}{\ln \frac{D}{d}}$$

Κρίσιμη διάμετρος

Κρίσιμη διάμετρος D_c ονομάζεται η εξωτερική διάμετρος D του μονωτικού τοιχώματος μίας σωλήνωσης, για την οποία έχουμε τις μέγιστες θερμικές

απώλειες \dot{q}_{\max} .

$$D_c = \frac{2\lambda}{\alpha_e} \quad [\text{m}]$$

όπου:

λ [$\text{kcal/h} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$] ή [$\text{W/m} \cdot \text{K}$] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μονωτικού υλικού.

α_e [$\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$] ή [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$] : εξωτερικός συντελεστής μετάβασης.

Συνθήκη μείωσης των θερμικών απωλειών : $D > D_c$

• Σφαιρικό τοίχωμα

Σφαιρικά τοιχώματα έχουμε σε σφαιρικές δεξαμενές ή δοχεία. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται από την σχέση

$$\dot{Q} = \frac{1}{D^2} \cdot \frac{t_i - t_e}{\frac{1}{\alpha_i \cdot d^2} + \sum \frac{1}{2\lambda_n} \left[\frac{1}{d_{n-1}} - \frac{1}{d_n} \right] + \frac{1}{\alpha_e \cdot D^2}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \quad \text{ή} \quad [\text{W/m}^2]$$

όπου:

t_i / t_e [$^\circ\text{C}$] ή [K] : θερμοκρασία εσωτερικού / εξωτερικού

	ρευστού
α_i / α_e [kcal/h . m ² . °C] ή [W/m ² . K]	: εσωτερικός / εξωτερικός συντελεστής μετάβασης
d [m]	: εξωτερική διάμετρος αμόνωτης σφαίρας
D [m]	: εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος (D=d+2δ για μία στρώση μονωτικού υλικού πάχους δ)
d_n / d_{n-1} [m]	: εξωτερική / εσωτερική διάμετρος της νιοστής στρώσης μόνωσης
λ_n [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K]	: συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της νιοστής στρώσης μόνωσης

Ειδική περίπτωση

Για μεταλλική σφαίρα με ένα μονωτικό υλικό

$$\dot{Q} = \frac{t_i - t_e}{\frac{D^2}{2\lambda} \cdot \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \text{ ή } [\text{W/m}^2]$$

Κρίσιμη διάμετρος

Κρίσιμη διάμετρος D_c ονομάζεται η εξωτερική διάμετρος του μονωτικού τοιχώματος σε ένα σφαιρικό τοίχωμα, για την οποία έχουμε τις μέγιστες θερμικές

απώλειες \dot{Q}_{\max} .

$$D_c = \frac{4\lambda}{\alpha_e} \quad [\text{m}]$$

όπου:

λ [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μονωτικού υλικού

α_e [kcal/h . m² . °C] [W/m² . K] : εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

Συνθήκη μείωσης των θερμικών απωλειών : $D > D_c$

4.6 Υπολογισμός θερμικών απωλειών σε δεξαμενές βαρέως καυσίμου

Η διατήρηση του καυσίμου σε μία επιθυμητή θερμοκρασία μεγαλύτερη του περιβάλλοντος προϋποθέτει τη θέρμανσή του. Είναι λοιπόν ευνόητο ότι αν μονώσουμε τη δεξαμενή που περιέχει το καύσιμο, εξασφαλίζουμε μία σημαντική οικονομία στην απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης.

Όταν η δεξαμενή δεν είναι γεμάτη με καύσιμο στο επάνω μέρος της υπάρχουν αέρια του καυσίμου. Έχουμε δηλαδή μέσα στη δεξαμενή καύσιμο σε ρευστή και σε αέρια φάση. Στην περίπτωση αυτή παρατηρούνται τρεις θερμικές συναλλαγές:

- Ποσότητα θερμότητας μεταφέρεται από τη ρευστή στην αέρια φάση του καυσίμου.
- Απώλειες θερμότητας από τη ρευστή φάση στο περιβάλλον.
- Απώλειες θερμότητας από την αέρια φάση στο περιβάλλον.

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών και θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα παρακάτω εμπειρικά δεδομένα:

1. Η θερμοκρασία της αέριας φάσης t_{ia} είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία της ρευστής φάσης t_{ip} .

$$t_{ia} = t_{ip} - 20^{\circ}\text{C} \text{ για αμόνωτη δεξαμενή}$$

$$t_{ia} = t_{ip} - 10^{\circ}\text{C} \text{ για μονωμένη δεξαμενή}$$

2. Ο εσωτερικός συντελεστής μετάβασης α_{ia} μεταξύ αέριας φάσης καυσίμου και εσωτερικού τοιχώματος δεξαμενής είναι $\alpha_{ia} = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
3. Στα τοιχώματα της δεξαμενής, όπου το καύσιμο βρίσκεται σε ρευστή φάση, δημιουργείται ένα στρώμα καυσίμου μεγάλης πυκνότητας και πάχους $\delta_p = 10 \text{ mm}$, το οποίο έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_p = 0,157 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.
4. Ο εσωτερικός συντελεστής μετάβασης α_{ip} μεταξύ ρευστής φάσης καυσίμου και στρώματος καυσίμου μεγάλης πυκνότητας είναι $\alpha_{ip} = 58 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Θερμικές απώλειες από τη ρευστή φάση καυσίμου στο περιβάλλον

$$\dot{Q}_p = \frac{t_{ip} - t_e}{\frac{1}{\alpha_{ip}} + \frac{\delta_p}{\lambda_p} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \text{ ή } [\text{W/m}^2]$$

Θερμικές απώλειες από την αέρια φάση καυσίμου στο περιβάλλον

$$\dot{Q}_a = \frac{t_{ia} - t_e}{\frac{1}{\alpha_{ia}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2] \text{ ή } [\text{W/m}^2]$$

όπου:

t_{ip} / t_{ia} [$^{\circ}\text{C}$] ή [K] : θερμοκρασία ρευστής / αέριας φάσης καυσίμου

t_e [$^{\circ}\text{C}$] ή [K] : θερμοκρασία περιβάλλοντος

$\alpha_{ip} / \alpha_{ia}$ [$\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$] ή [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$] : εσωτερικός συντελεστής μετάβασης
ρευστής / αέριας φάσης καυσίμου

α_e [$\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$] ή [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$] : εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

δ_p [m] : πάχος στρώματος καυσίμου μεγάλης πυκνότητας
($\delta_p = 10\text{mm}$)

δ [m] : πάχος μόνωσης

λ_p [$\text{kcal/h} \cdot \text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}$] ή [$\text{W/m} \cdot \text{K}$] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας στρώματος
καυσίμου μεγάλης πυκνότητας ($\lambda_p = 0,157\text{W/m} \cdot \text{K}$)

λ [$\text{kcal/h} \cdot \text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}$] ή [$\text{W/m} \cdot \text{K}$] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης

4.7 Υπολογισμός θερμικών απωλειών σε θερμογέφυρες

Θερμογέφυρες ονομάζονται τα σημεία στα οποία διακόπτεται το μονωτικό υλικό ενός σωλήνα ή μίας δεξαμενής, με αποτέλεσμα στις περιοχές αυτές να έχουμε σημαντικές θερμικές απώλειες. Στη πράξη θερμογέφυρες υπάρχουν στις θέσεις στερέωσης της μόνωσης ή της προστατευτικής της επικάλυψης στα τοιχώματα των σωλήνων και των δεξαμενών, καθώς επίσης και στα ειδικά εξαρτήματα του δικτύου των σωληνώσεων (δικλείδες, βάνες, κρουνοί, κ.λπ.).

Επειδή ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες, προτείνουμε την παρακάτω προσεγγιστική μέθοδο που δίνει γρήγορα αποτελέσματα.

• Θερμικές απώλειες στα στηρίγματα της μόνωσης στις δεξαμενές

Πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ της μόνωσης με τον συντελεστή προσαύξησης $\alpha_{\pi} = 1,2-1,8$. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζουμε τις συνολικές θερμικές απώλειες της δεξαμενής λαμβάνοντας υπόψη και τις θερμικές απώλειες στα στηρίγματα της μόνωσης.

• Θερμικές απώλειες στα στηρίγματα της μόνωσης στις σωληνώσεις

Υπολογίζουμε τις θερμικές απώλειες των σωληνώσεων και στη συνέχεια προσαυξάνουμε τις θερμικές απώλειες με τα παρακάτω ποσοστά:

15% για εσωτερικά δίκτυα

20% για εξωτερικά δίκτυα που δεν είναι εκτεθειμένα σε ισχυρούς ανέμους

25% για εξωτερικά δίκτυα εκτεθειμένα σε ισχυρούς ανέμους

• Θερμικές απώλειες στα ειδικά εξαρτήματα των σωληνώσεων

Οι θερμικές απώλειες στα ειδικά εξαρτήματα προκύπτουν από το γινόμενο του ισοδύναμου μήκους επί τις θερμικές απώλειες των σωληνώσεων [W/m].

Παρατηρήσεις

1. Οι συνολικές θερμικές απώλειες του δικτύου προκύπτουν από το άθροισμα των θερμικών απωλειών των σωληνώσεων, των θερμικών απωλειών στα στηρίγματα της μόνωσης και των θερμικών απωλειών στα εξαρτήματα.

2. Ορισμένες φορές για λόγους ευκολίας υπολογίζουμε τις συνολικές θερμικές απώλειες του δικτύου, πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ της μόνωσης με τον συντελεστή προσαύξησης $\alpha_\pi = 1,2-1,8$.

4.8 Υπολογισμός θερμοκρασίας εξωτερικής επιφανείας μόνωσης

Η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια της μόνωσης (ψυχρή επιφάνεια) αποτελεί ένα καλό κριτήριο για την αποτελεσματικότητα της μόνωσης. Δηλαδή όσο πιο χαμηλή είναι η θερμοκρασία αυτή, τόσο πιο επιτυχημένη είναι η μόνωση.

Ο υπολογισμός της θερμοκρασίας t_{se} στην εξωτερική επιφάνεια της μόνωσης γίνεται από τις σχέσεις

$$t_{se} = t_e + \frac{t_i - t_e}{\alpha_e \cdot \sum \frac{\delta}{\lambda} + 1} \quad [^\circ\text{C}] \text{ ή } [\text{K}] \text{ για επίπεδο τοίχωμα}$$

$$t_{se} = t_e + \frac{t_i - t_e}{\frac{\alpha_e \cdot D}{2\lambda} \cdot \ln \frac{D}{d} + 1} \quad [^{\circ}\text{C}] \text{ ή } [\text{K}] \text{ για κυλινδρικό τοίχωμα}$$

όπου:

t_i / t_e [$^{\circ}\text{C}$] ή [K] : θερμοκρασία εσωτερικού / εξωτερικού ρευστού

α_e [kcal/h . m² . $^{\circ}\text{C}$] ή [W/m² . K] : εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

δ [m] : πάχος κάθε στρώσης του τοιχώματος

λ [kcal/h . m . $^{\circ}\text{C}$] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κάθε στρώσης

d [m] : εξωτερική διάμετρος αμόνωτου σωλήνα

D [m] : εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος

4.9 Υπολογισμός πάχους μόνωσης με τεχνικά κριτήρια

Μετά την εκλογή του κατάλληλου μονωτικού υλικού, άρα και του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , θα πρέπει να υπολογίσουμε το πάχος δ της μόνωσης που θα τοποθετήσουμε στο τοίχωμα. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε αν η χρήση της συγκεκριμένης μόνωσης επιβάλλεται για τεχνικούς ή οικονομικούς λόγους .

Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τον υπολογισμό του πάχους της μόνωσης όταν πρέπει να ικανοποιηθεί μία προκαθορισμένη τεχνική απαίτηση, όπως είναι οι συγκεκριμένες θερμικές απώλειες, η προκαθορισμένη πτώση θερμοκρασίας σε ένα σωλήνα ή μία δεξαμενή, η προστασία ενός σωλήνα ή μίας δεξαμενής από την υγραποίηση των υδρατμών και η προστασία ενός σωλήνα από την πήξη του ρευστού.

• Πάχος μόνωσης με γνωστές τις θερμικές απώλειες

Πάχος μόνωσης επίπεδου τοιχώματος

$$\delta = \lambda \cdot \left(\frac{t_i - t_e}{\dot{Q}} - \frac{1}{\alpha_e} \right) \quad [\text{m}]$$

Πάχος μόνωσης κυλινδρικού τοιχώματος

$$\ln \frac{D}{d} = \frac{2\pi \cdot \lambda}{\dot{q}} \cdot (t_i - t_e)$$

Από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ο λόγος $\frac{D}{d}$. Επειδή $D = d + 2\delta$ εύκολα υπολογίζεται το πάχος δ της μόνωσης.

Όπου:

t_i / t_e [$^{\circ}\text{C}$] ή [K] : θερμοκρασία εσωτερικού / εξωτερικού ρευστού

λ [kcal/h . m . $^{\circ}\text{C}$] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης

α_e [kcal/h . m^2 . $^{\circ}\text{C}$] ή [W/ m^2 . K] : εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

\dot{Q} [kcal/h . m^2] ή [W/ m^2] : θερμικές απώλειες επίπεδου τοιχώματος
(γνωστές)

\dot{q} [kcal/h . m] ή [W/m] : θερμικές απώλειες κυλινδρικού τοιχώματος
(γνωστές)

d [m] : εξωτερική διάμετρος αμόνωτου σωλήνα

D [m] : εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος

• Πάχος μόνωσης με γνωστή την πτώση θερμοκρασίας του ρευστού σε ένα σωλήνα

$$\ln \frac{D}{d} = \frac{2\pi \cdot \alpha_{\pi} \cdot \lambda \cdot (t_m - t_e) \cdot l}{(t_a - t_r) \cdot c \cdot \dot{m}}$$

Από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ο λόγος $\frac{D}{d}$. Επειδή $D = d + 2\delta$ εύκολα υπολογίζεται το πάχος δ της μόνωσης.

Όπου:

D [m] : εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος

d [m] : εξωτερική διάμετρος αμόνωτου σωλήνα

α_{π} [-] : συντελεστής προσαύξησης λόγω θερμογεφυρών,
 $\alpha_{\pi} = 1,2-1,8$

λ [kcal/h . m . $^{\circ}\text{C}$] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης

l [m]	: μήκος σωλήνα
c [kcal/kg . °C] ή [J/kg . K]	: ειδική θερμότητα ρευστού
\dot{m} [kg/s]	: παροχή μάζας ρευστού
t_a / t_τ [°C] ή [K]	: αρχική / τελική θερμοκρασία ρευστού (γνωστές)
t_m [°C] ή [K]	: μέση θερμοκρασία ρευστού

$$t_m = \frac{t_a - t_\tau}{1 + \frac{t_a}{t_\tau}}$$

t_e [°C] ή [K]	: θερμοκρασία εξωτερικού ρευστού (συνήθως ατμοσφαιρικός αέρας)
------------------	--

• Πάχος μόνωσης με γνωστή την πτώση θερμοκρασίας του ρευστού σε μία δεξαμενή

Το πάχος δ της μόνωσης υπολογίζεται από την σχέση

$$m \cdot c \cdot (t_a - t_\tau) = \frac{(t_m - t_e) \cdot \alpha_\pi \cdot S_m \cdot H}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{kcal}] \text{ ή } [\text{J}]$$

Για υπαίθριες ή μετακινούμενες δεξαμενές $\frac{1}{\alpha_e} \approx 0$

Όπου:

m [kg]	: μάζα ρευστού
c [kcal/kg . °C] ή [J/kg . K]	: ειδική θερμότητα ρευστού
t_a / t_τ [°C] ή [K]	: αρχική / τελική θερμοκρασία ρευστού (γνωστές)
t_m [°C] ή [K]	: μέση θερμοκρασία ρευστού

$$t_m = \frac{t_a - t_\tau}{1 + \frac{t_a}{t_\tau}}$$

t_e [°C]	: θερμοκρασία εξωτερικού ρευστού (συνήθως ατμοσφαιρικός αέρας)
------------	--

α_π [-]	: συντελεστής προσαύξησης λόγω θερμογεφυρών, $\alpha_\pi = 1,2-1,8$
------------------	--

S_m [m^2] : μέση επιφάνεια μονωτικού τοιχώματος

$$S_m = \frac{S_1 - S_2}{\ln \frac{S_1}{S_2}}$$

S_1/S_2 [m^2] : εξωτερική / εσωτερική επιφάνεια τοιχώματος

H [h] : αποδεκτός χρόνος ψύξης

δ [m] : πάχος μόνωσης

λ [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης

α_e [kcal/h . m^2 . °C] ή [W/ m^2 . K] : εξωτερικός συντελεστής μετάβασης

• Πάχος μόνωσης για προστασία δεξαμενών ή σωλήνων από υγροποίηση των υδρατμών

Η θερμοκρασία του αέρα στην οποία αρχίζει το φαινόμενο της συμπύκνωσης (υγροποίησης) των υδρατμών, έχουμε δηλαδή σταγόνες νερού στις ψυχρές επιφάνειες, ονομάζεται θερμοκρασία δρόσου ή σημείο δρόσου. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται σε δεξαμενές ή σωλήνες που μεταφέρουν ψυχρά ρευστά και στις θερμογέφυρες των τοιχωμάτων, όταν η επιφανειακή θερμοκρασία του τοιχώματος είναι μικρότερη ή ίση της θερμοκρασίας δρόσου.

Πάχος μόνωσης επίπεδου τοιχώματος

$$\delta = \frac{\lambda}{\alpha_e} \cdot \frac{t_{dp} - t_i}{t_e - t_{dp}} \quad [m]$$

Πάχος μόνωσης κυλινδρικού τοιχώματος

$$D \cdot \ln \frac{D}{d} = \frac{2\lambda}{\alpha_e} \cdot \frac{t_{dp} - t_i}{t_e - t_{dp}} \quad [m]$$

Επειδή $D = d + 2\delta$ από την προηγούμενη σχέση υπολογίζεται το πάχος δ της μόνωσης.

Όπου:

t_i / t_e [°C] ή [K] : θερμοκρασία εσωτερικού / εξωτερικού ρευστού

t_{dp} [°C] : θερμοκρασία δρόσου

λ [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K]	: συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης
α_e [kcal/h . m ² . °C] ή [W/m ² . K]	: εξωτερικός συντελεστής μετάβασης
D [m]	: εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος
d [m]	: εξωτερική διάμετρος αμόνωτου σωλήνα

• Πάχος μόνωσης για προστασία σωλήνων από την πήξη του ρευστού

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος t_a είναι μικρότερη από την θερμοκρασία πήξης του ρευστού t_π που κυκλοφορεί στο σωλήνα ($t_a < t_\pi$), θα πρέπει να υπολογισθεί το πάχος δ της μόνωσης για να αποφύγουμε διάφορα προβλήματα, όπως είναι η αδυναμία άντλησης του ρευστού, η θραύση του δικτύου από τον πάγο κ.λπ.

Πάχος μόνωσης

$$\ln \frac{D}{d} = \frac{2\pi \cdot \alpha_\pi \cdot \lambda \cdot (t_m - t_a) \cdot l}{\Delta t \cdot c \cdot \dot{m}}$$

Από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ο λόγος $\frac{D}{d}$. Επειδή $D = d + 2\delta$ εύκολα υπολογίζεται το πάχος δ της μόνωσης.

Όπου:

D [m]	: εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος
d [m]	: εξωτερική διάμετρος αμόνωτου σωλήνα
α_π [-]	: συντελεστής προσαύξησης λόγω θερμογεφυρών, $\alpha_\pi = 1,2-1,8$
λ [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K]	: συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης
l [m]	: μήκος σωλήνα
Δt [°C] ή [K]	: πτώση θερμοκρασίας ρευστού $\Delta t = t_{ap} - t_\pi$
t_{ap} [°C] ή [K]	: αρχική θερμοκρασία ρευστού
t_π [°C] ή [K]	: θερμοκρασία πήξης ρευστού
c [kcal/kg . °C] ή [J/kg . K]	: ειδική θερμότητα ρευστού
\dot{m} [kg/s]	: παροχή μάζας ρευστού

t_m [°C] ή [K] : μέση θερμοκρασία ρευστού

$$t_m = \frac{t_{ap} + t_{\pi}}{2}$$

t_a [°C] ή [K] : θερμοκρασία περιβάλλοντος

Ελάχιστη απαιτούμενη παροχή όγκου που εμποδίζει την πήξη του ρευστού

$$\dot{V}_{\min} = \frac{2\pi \cdot \alpha_{\pi} \cdot \lambda \cdot (t_m - t_a) \cdot l}{\Delta t \cdot \rho \cdot c \cdot \ln \frac{D}{d}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

όπου:

α_{π} [-], λ [W/ m . K], t_m [K], t_a [K], Δt [K], l [m], c [J/kg . K], D [m] d [m] όπως προηγούμενα

ρ [kg/m³] : πυκνότητα ρευστού για την μέση θερμοκρασία t_m .

Χρόνος πήξης νερού σε σωλήνα

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μικρότερη από την θερμοκρασία πήξης του νερού, θα έχουμε στερεοποίηση (πάγωμα) του νερού στο σωλήνα εφόσον η ροή του είναι μηδενική ή πολύ μικρή.

Η μετατροπή του νερού σε πάγο γίνεται σε δύο φάσεις:

α) Το νερό, που έχει αρχική θερμοκρασία t_{ap} μεγαλύτερη από την θερμοκρασία πήξης t_{π} ($t_{ap} > t_{\pi} = 0^{\circ}\text{C}$), ψύχεται στους 0°C σε χρόνο T_1 αποδίδοντας θερμότητα Q_1 .

Το χρονικό διάστημα της ψύξης έχουμε θερμικές απώλειες \dot{q}_1 . Μαζί με το νερό ψύχεται και ο σωλήνας αποδίδοντας θερμότητα Q_2 .

Χρόνος ψύξης του νερού από την θερμοκρασία t_{ap} στη θερμοκρασία t_{π}

$$T_1 = \frac{Q_1 + Q_2}{\dot{q}_1} \quad [\text{h}]$$

Θερμικές απώλειες κατά την ψύξη του νερού

$$\dot{q}_1 = \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot \left(\frac{t_{ap} + t_{\pi}}{2} - t_a \right)}{\ln \frac{D}{d}} \quad [\text{kcal/h} \cdot \text{m}] \text{ ή } [\text{W/m}]$$

όπου:

Q_1 [kcal/m] ή [W.h/m] : αποδιδόμενη θερμότητα κατά την ψύξη του νερού μέχρι την θερμοκρασία t_{π}

Q_2 [kcal/m] ή [W.h/m] : αποδιδόμενη θερμότητα κατά την ψύξη του σωλήνα μέχρι την θερμοκρασία t_{π}

λ [kcal/h . m . °C] ή [W/m . K] : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μόνωσης

t_{ap} [°C] ή [K] : αρχική θερμοκρασία νερού

t_{π} [°C] ή [K] : θερμοκρασία πήξης νερού, $t_{\pi} = 0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$

t_a [°C] ή [K] : θερμοκρασία περιβάλλοντος

D [m] : εξωτερική διάμετρος μονωτικού τοιχώματος
 $D = d + 2\delta$

δ [m] : πάχος μόνωσης

d [m] : εξωτερική διάμετρος αμόνωτου σωλήνα

β) Το νερό μετατρέπεται σε πάγο σε σταθερή θερμοκρασία $t_{\pi} = 0^{\circ}\text{C}$, αποδίδοντας θερμότητα Q_0 . Η στερεοποίηση του νερού γίνεται σε χρόνο T_2 και συνοδεύεται από θερμικές απώλειες \dot{q}_2 .

Χρόνος στερεοποίησης του νερού

$$T_2 = \frac{Q_0}{\dot{q}_2} \quad [\text{h}]$$

Θερμικές απώλειες κατά την στερεοποίηση του νερού

$$\dot{q}_2 = \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot (t_{\pi} - t_a)}{\ln \frac{D}{d}} \quad [\text{kcal/h.m}] \text{ ή } [\text{W/m}]$$

όπου:

t_{π} [°C] ή [K], t_a [°C] ή [K], D [m], d [m], λ [kcal/h.m.°C] ή [W/m.K] όπως προηγούμενα
 Q_0 [kcal/m] ή [W.h/m] : αποδιδόμενη θερμότητα κατά την στερεοποίηση του νερού

Άρα ο συνολικός χρόνος πήξης T του νερού στο σωλήνα είναι

$$T = T_1 + T_2 \quad [\text{h}]$$

όπου:

T_1 [h], T_2 [h] όπως προηγούμενα

4.10 Υπολογισμός πάχους μόνωσης με οικονομικά κριτήρια

Στην περίπτωση αυτή η θερμική μόνωση της εγκατάστασης επιβάλλεται για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Δηλαδή αποφασίζουμε να δαπανήσουμε χρήματα για την αγορά και τοποθέτηση του μονωτικού υλικού, επειδή επιθυμούμε να μειώσουμε τα έξοδα λειτουργίας της εγκατάστασης.

Θα πρέπει λοιπόν να υπολογίσουμε το οικονομικό πάχος της μόνωσης, δηλαδή το πάχος του μονωτικού υλικού που μας αποφέρει το μέγιστο θερμικό κέρδος, για μία ελάχιστη επιθυμητή διάρκεια χρήσης της εγκατάστασης. Για τον σκοπό αυτό ακολουθούμε την παρακάτω σειρά εργασιών:

1. Επιλέγουμε τα διάφορα πάχη μόνωσης (π.χ. $\delta_0 = 0$, $\delta_1 = 0,05\text{m}$, $\delta_2 = 0,06\text{m}$, $\delta_3 = 0,07\text{m}$, $\delta_4 = 0,08\text{m}$, $\delta_5 = 0,09\text{m}$).
2. Υπολογίζουμε την ολική αρχική δαπάνη μόνωσης P για τα διάφορα πάχη μόνωσης. Η δαπάνη υπολογίζεται ανά m^2 για τα επίπεδα τοιχώματα και ανά m για τις σωληνώσεις.

$$P = P_{\Sigma} + P_M \cdot \delta \quad [€/m^2] \text{ ή } [€/m]$$

όπου:

P_{Σ} [€/m^2] ή [€/m] : σταθερό τμήμα δαπάνης που περιλαμβάνει τα υλικά επικάλυψης και τα έξοδα τοποθέτησης και είναι ανεξάρτητο από το πάχος της μόνωσης

P_M [€/m^3] ή [€/m^2] : μεταβλητό τμήμα δαπάνης που είναι το κόστος του μονωτικού υλικού

δ [m] : πάχος μόνωσης

3. Ορίζουμε την ελάχιστη επιθυμητή διάρκεια χρήσης της εγκατάστασης, που είναι συνήθως $n = 5 - 15$ έτη.

4. Εκτιμάμε τον ετήσιο αριθμό ωρών λειτουργίας N [h/έτος] της εγκατάστασης.

5. Υπολογίζουμε το κόστος θερμικής ενέργειας C της εγκατάστασης.

$$C = \frac{3,6 \cdot C^*}{H_u \cdot \eta_{\lambda}} \quad [\text{€/W.h}]$$

όπου:

C^* [€/kg] : κόστος καυσίμου

H_u [kJ/kg] : κατώτερη θερμογόνο δύναμη καυσίμου

η_{λ} [-] : βαθμός απόδοσης λέβητα

Για το φυσικό αέριο : H_u [kJ/m^3], C^* [€/m^3]

6. Υπολογίζουμε τις θερμικές απώλειες \dot{Q}_0 της εγκατάστασης χωρίς μόνωση, θέτοντας $\delta = \delta_0 = 0$.

Για επίπεδο ή σφαιρικό τοίχωμα : \dot{Q}_0 [W/m^2]

Για σωληνώσεις : \dot{q}_0 [W/m]

7. Υπολογίζουμε τις θερμικές απώλειες \dot{Q} της εγκατάστασης με μόνωση, για τα διάφορα πάχη μόνωσης $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ κλπ.

Για επίπεδο ή σφαιρικό τοίχωμα : $\dot{Q}_1, \dot{Q}_2, \dot{Q}_3$ κ.λπ σε $[\text{W}/\text{m}^2]$

Για σωληνώσεις : $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3$ κλπ. σε $[\text{W}/\text{m}]$

Στον υπολογισμό θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι θερμικές απώλειες στις θερμογέφυρες.

8. Υπολογίζουμε το θερμικό κόστος F_0 της εγκατάστασης χωρίς μόνωση

$$F_0 = n \cdot \dot{Q}_0 \cdot C \cdot N \quad [€/m^2] \text{ ή } [€/m]$$

όπου:

n [έτη], \dot{Q}_0 $[\text{W}/\text{m}^2]$ ή $[\text{W}/\text{m}]$, C $[\text{€/W.h}]$, N $[\text{h}/\text{έτος}]$ όπως προηγούμενα

9. Υπολογίζουμε το θερμικό κόστος F της εγκατάστασης με μόνωση, για τα διάφορα πάχη μόνωσης $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ κ.λπ. (F_1 για το δ_1 , F_2 για το δ_2 , F_3 για το δ_3 κλπ.).

$$F = P + n \cdot \dot{Q} \cdot C \cdot N \quad [€/m^2] \text{ ή } [€/m]$$

όπου:

P $[\text{€/m}^2]$ ή $[\text{€/m}]$, n [έτη], \dot{Q} $[\text{W}/\text{m}^2]$ ή $[\text{W}/\text{m}]$, C $[\text{€/W.h}]$, N $[\text{h}/\text{έτος}]$ όπως προηγούμενα.

10. Υπολογίζουμε το θερμικό κέρδος K για τα διάφορα πάχη μόνωσης $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ κλπ. (K_1 για το δ_1 , K_2 για το δ_2 , K_3 για το δ_3 κλπ.).

$$K = F_0 - F \quad [€/m^2] \text{ ή } [€/m]$$

Όπου:

F_0, F $[\text{€/m}^2]$ ή $[\text{€/m}]$ όπως προηγούμενα.

4.11 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας ΔE που προκύπτει από την θερμομόνωση μίας βιομηχανικής εγκατάστασης, υπολογίζεται από την σχέση

$$\Delta E = \frac{F_0 - F_{\min}}{F_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

όπου:

F_0 [€/m^2] ή [€/m] : θερμικό κόστος εγκατάστασης χωρίς μόνωση

F_{\min} [€/m^2] ή [€/m] : ελάχιστο θερμικό κόστος εγκατάστασης με μόνωση.

4.12 Υπολογισμός χρόνου απόσβεσης

Ο υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης ή αποπληρωμής XA της επένδυσης που έγινε για την θερμομόνωση μίας βιομηχανικής εγκατάστασης, υπολογίζεται από την σχέση

$$XA = \frac{\text{ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ}}{\text{ΕΤΗΣΙΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ}} \Rightarrow$$

$$XA = \frac{P}{EK} \quad [\text{έτη}] \quad \text{ή} \quad XA = \frac{P}{EK} \cdot N \quad [\text{h}]$$

όπου:

P [€/m^2] ή [€/m] και N [h].

$$\text{Ετήσιο θερμικό κέρδος } EK = \frac{F_0 - F_{\min}}{n} \quad [\text{€/m}^2 \cdot \text{έτος}] \quad \text{ή} \quad [\text{€/m} \cdot \text{έτος}]$$

όπου:

F_0, F_{\min} [€/m^2] ή [€/m] και n [έτη]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΕ ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΟΚΟΛΑΤΑΣ

5.1 Εισαγωγή

Αρχικά κρίνεται σκόπιμο να αναλυθούν οι κυριότερες παρεμβάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας σε μια βιομηχανία. Οι κατάλληλες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας που προτείνονται βάσει των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου, κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

Δράσεις νοικοκυρέματος. Είναι μέτρα χωρίς ειδική χρηματοδότηση ή επένδυση κεφαλαίου. Τα μέτρα αυτά εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου. Συχνά έχουν σχέση με την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών του κτιρίου.

Δράσεις χαμηλού κόστους. Είναι εφάπαξ επεμβάσεις που μπορούν να χρηματοδοτηθούν από τον υπάρχοντα ετήσιο προϋπολογισμό της επιχείρησης. Το κόστος των επεμβάσεων αποπληρώνεται συχνά σε σύντομο χρονικό διάστημα (εντός της ίδιας διαχειριστικής χρονιάς και συνήθως σε λιγότερο από δύο χρόνια).

Δράσεις ανακατασκευής. Είναι εφάπαξ επεμβάσεις έντασης κεφαλαίου λόγω του σημαντικού αρχικού κόστους για την εφαρμογή τους και της μέσης ή μακράς περιόδου αποπληρωμής τους. Αυτού του είδους οι επεμβάσεις προϋποθέτουν τεχνοοικονομική μελέτη αξιολόγησης.

Στην παρούσα εργασία και στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης θα ασχοληθούμε με παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό κέλυφος βιομηχανικής μονάδας.

5.2 Παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό κέλυφος

5.2.1 Δράσεις νοικοκυρέματος

Στις δράσεις νοικοκυρέματος αναφέρονται κάποια μέτρα μηδενικού κόστους, που μπορούν όμως κάλλιστα να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση και να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση του κτιριακού κελύφους. Πιο συγκεκριμένα:

- Έλεγχος και επισκευή ή αντικατάσταση τυχόν φθαρμένων κουφωμάτων, υαλοπινάκων και μονώσεων.
- Έλεγχος και επισκευή ή αντικατάσταση τυχόν ελαττωματικών μηχανισμών επαναφοράς ανοιγμάτων.
- Ευαισθητοποίηση των εργαζομένων-χρηστών για ορθολογική χρήση των διατάξεων σκίασης σε σχέση με την εποχή και τον προσανατολισμό του, εκτιθέμενου στην ηλιακή ακτινοβολία, ανοίγματος και των μηχανισμών επαναφοράς των ανοιγμάτων.
- Χρήση φυσικού αερισμού. Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Ο νυχτερινός αερισμός είναι πολύ αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός επιβαρύνει θερμικά το κτίριο. Συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου την επόμενη μέρα.

5.2.2 Δράσεις ανακατασκευής

Η ανταλλαγή θερμότητας με μία καλύτερη ποιότητα διπλών υαλοπινάκων μπορεί να μειωθεί αισθητά. Οι βελτιώσεις στα παράθυρα, όπως είναι η τοποθέτηση υαλοπινάκων υψηλής απόδοσης, ταινιών και επιστρώσεων στα παράθυρα ή τα

παράθυρα θυέλλης, μπορεί να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας στα θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου. Οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να επηρεάσουν τη μεταφορά θερμότητας και να εξοικονομήσουν κέρδη για τη βιομηχανία.

Βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση μπορεί να γίνουν σε όλες τις συνιστώσες από τις οποίες αποτελείται ένα παράθυρο και περιλαμβάνουν:

Τη μόνωση των διακένων μεταξύ των υαλοπινάκων για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας με αγωγή.

Την εγκατάσταση πολλαπλής επίστρωσης ή ταινιών για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας μέσω ακτινοβολίας.

Την εισαγωγή αερίου αργού ή κρυπτού στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, που μπορεί να μειώσει την μεταφορά θερμότητας μέσω συναγωγής.

Εξίσου σημαντική παρέμβαση με ακόμα πιο σημαντικά κέρδη εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να επιτευχθούν με ενίσχυση ή και αντικατάσταση της υφιστάμενης θερμομόνωσης του κτιρίου.

5.3 Η βιομηχανική μονάδα

5.3.1 Γενικά

Η εταιρεία Choco A.E. στεγάζεται στον Πειραιά, σε ιδιόκτητο οικόπεδο συνολικής έκτασης 5 στρεμμάτων. Το κτίριο στο οποίο στεγάζεται η επιχείρηση και στο οποίο συντελείται η παραγωγική διαδικασία καταλαμβάνει έκταση 4 στρεμμάτων και απασχολεί περίπου 900 εργαζόμενους. Η εταιρεία ξεκίνησε τη δεκαετία του 60 και από τότε χαράζει συνεχώς όλο και πιο κερδοφόρα πορεία. Πλέον θεωρείται μία από τις δύο μεγαλύτερες μονάδες σοκολατοβιομηχανίες στην Ελλάδα. Η βιομηχανική μονάδα λειτουργεί όλο το χρόνο καθημερινά από τις 7:00 το πρωί μέχρι τις 16:00 το απόγευμα.

5.3.2 Περιγραφή υπάρχουσας κατάστασης

Η εταιρεία Choco ΑΕ είναι μία “καθετοποιημένη” μονάδα, για τις δραστηριότητές της χρησιμοποιεί τα τελευταία χρόνια αυτοματοποιημένα συστήματα στις περισσότερες φάσεις της παραγωγής. Οι συνθήκες εργασίας είναι σε άριστο επίπεδο και οι εργαζόμενοι έχουν την ευκαιρία να δουλέψουν σ’ ένα απόλυτα υγιές περιβάλλον.

Λόγο των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται στους περισσότερους χώρους παραγωγής αλλά και η ανάγκη διατήρησης των αποθεμάτων σε δροσερό μέρος καθώς η σοκολάτα ανήκει στα ευπαθή προϊόντα, έχει ως αποτέλεσμα όλοι οι χώροι να κλιματίζονται και μάλιστα να δαπανώνται πολύ σημαντικά ποσά σε ενέργεια και χρηματικούς πόρους γι’ αυτό το σκοπό. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την τεράστια δαπάνη είχε και η ελλιπέστατη θερμομόνωση του κτιρίου. Αποφασίστηκε λοιπόν σε συνεννόηση και με τους υπεύθυνους μηχανικούς του εργοστασίου να επενδύσουν στη θερμομόνωση με τα αποτελέσματα να είναι ιδιαίτερα σημαντικά τόσο για το παρόν όσο και για το μέλλον της εταιρίας.

5.4 Μελέτη περίπτωσης

Στην παρούσα βιομηχανία κρίθηκε απαραίτητο να προβούμε σε μέτρα ανακατασκευής και συγκεκριμένα να επέμβουμε στη μόνωση των τοιχίων (εξωτερικών και εσωτερικών) προκειμένου να μειωθεί η μεταφορά θερμότητας με αγωγή ανάμεσα στους χώρους αλλά και από και προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η αποτύπωση τους σε οικονομικούς όρους (στο τέλος του κεφαλαίου) θα καταδείξει το πόσο συμφέρουσα μπορεί, μια τέτοιου είδους επένδυση, να αποβεί για ολόκληρη την βιομηχανία. Αρχικά θα υπολογιστούν τα φορτία κλιματισμού πριν την τοποθέτηση της θερμομόνωσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο κλιματισμός μιας τέτοιας βιομηχανικής μονάδας

είναι από τις πιο σημαντικές δαπάνες σε ενέργεια (περίπου το 35% επί του συνόλου). Η τοποθέτηση των ειδικών θερμομονωτικών υλικών θα έχει ως αποτέλεσμα να μειωθούν αισθητά οι απώλειες ψύξης επομένως και η ενέργεια που χρειάζεται για να ψυχθούν οι χώροι παραγωγής .

5.4.1 Γενικές Παραδοχές

Πριν γίνει οποιαδήποτε παρουσίαση των υπολογισμών και των αποτελεσμάτων από τις παρεμβάσεις στην θερμομόνωση του κτιρίου, θα πρέπει να αναφερθούν ορισμένες παραδοχές που αφορούν τόσο τους χώρους παραγωγής που θα θερμομονωθούν, όσο και ορισμένα βασικά στοιχεία της θερμομόνωσης όπως είναι η θερμοκρασία των χώρων και η θερμοπερατότητα των στοιχείων

Επιφάνειες εσωτερικών χωρισμάτων(τοιχείων) προς θερμούς χώρους

- Ισόγειο: Χώρος παραγωγής 1: $E=240\text{m}^2$
- Ά όροφος: Χώρος παραγωγής 1: $E=116\text{m}^2$, Χώρος παραγωγής 2: $E=56\text{m}^2$, Χώρος παραγωγής 3: $E=80\text{m}^2$
- Συνολική επιφάνεια χώρων παραγωγής προς θερμούς χώρους: $E=492\text{m}^2$

Επιφάνειες εξωτερικών τοίχων προς περιβάλλον

- Ισόγειο: $E=787\text{m}^2$
- Ά όροφος: $E=853\text{m}^2$
- Β όροφος: $E=592\text{m}^2$
- Συνολική επιφάνεια εξωτερικών τοίχων προς περιβάλλον: $E=2232\text{m}^2$

Επιφάνεια οροφής Β ορόφου

- Συνολική επιφάνεια οροφής: $E=1667\text{m}^2$

Θερμοκρασιακά στοιχεία

- Εσωτερική Θερμοκρασία χώρων $t_{\text{εσ}}$: $+18\text{ }^\circ\text{C}$

- Μέση θερμοκρασία μη κλιματιζόμενων χώρων: +26,2 °C (Η εκτίμηση της μέσης εσωτερικής Θερμοκρασίας των μη κλιματιζόμενων χώρων, έγινε με βάση τον μέσο όρο εξωτερικών θερμοκρασιών που εμφανίζονται κατά ώρα, ημέρα και έτος. Για τον παραπάνω υπολογισμό ελήφθησαν θερμοκρασίες άνω των 18 °C οι οποίες εμφανίζονται 4125 ώρες ανά έτος βάση θερμοκρασιακών στοιχείων της EMY).
- Μέση θερμοκρασία θερμών χώρων: +32 °C (8760 ώρες ανά έτος)

Συντελεστές θερμοπερατότητας

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των διάφορων οικοδομικών στοιχείων του κτιρίου λαμβάνονται κατά περίπτωση και έχουν ως ακολούθως:

Τοίχοι εξωτερικοί:

- αμόνωντοι : 1,60 Kcal/h*m²* °C
- μονωμένοι : 0,60 Kcal/h*m²* °C (3mm μόνωση)

Τοίχοι εσωτερικοί & μεταλλικά χωρίσματα:

- αμόνωντοι : 1,60 Kcal/h*m²* °C ή 5,00 Kcal/h*m²* °C
- μονωμένοι : 0,60 Kcal/h*m²* °C (5mm μόνωση, διογκωμένη πολυστερίνη)

Οροφή:

- αμόνωντη: 2,80 Kcal/h*m²* °C
- μονωμένη : 0,40 Kcal/h*m²* °C (5mm μόνωση)

Παράθυρα εξωτερικά:

- μεταλλικό κούφωμα-διπλά τζάμια: 3,20 Kcal/h*m²* °C
- μεταλλικό κούφωμα-μονά τζάμια: 5,00 Kcal/h*m²* °C.

5.4.2 Υπολογισμοί

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

Απώλειες προς εσωτερικούς χώρους

Στον παρακάτω πίνακα των ψυκτικών φορτίων των χώρων παραγωγής, συσκευασίας και αποθήκευσης προς εσωτερικούς χώρους, φαίνονται συγκεντρωτικά τα φορτία που προκύπτουν, με μόνωση και χωρίς μόνωση των δομικών στοιχείων αλλά και των εσωτερικών χωρισμάτων.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ		ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΩΡΙΣ ΜΟΝΩΣΗ (WATT)	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ (WATT)	ΚΕΡΔΟΣ (WATT)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (KWH)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛ. (KWH)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€)
ΙΣΟΓΕΙΟ							
ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΩΝ 1&2	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ			0	0	0.00	0.00
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	1755	658	1097	4525	1508.38	75.42
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ	19120	2294	16826	147396	49131.92	2456.60
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	1791	672	1119	4616	1538.63	76.93
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 2	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ	10546	1265	9281	81302	27100.52	1355.03
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	2575	309	2266	9347	3115.75	155.79
						ΣΥΝΟΛΟ:	4119.76
Α' ΟΡΟΦΟΣ							
ΧΩΡΟΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ			0	0	0.00	0.00
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	3457	597	2860	11798	3932.50	196.63
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ	9241	1109	8132	71236	23745.44	1187.27
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	8507	1021	7486	30880	10293.25	514.66
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 2	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ	4461	535	3926	34392	11463.92	573.20
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	8493	1107	7386	30467	10155.75	507.79
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 3	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ	2039	765	1274	11160	3720.08	186.00
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ ΧΩΡΟ	5803	696	5107	21066	7022.13	351.11
ΧΩΡΟΣ ΗΜΙΚΑΤΕΡΓΑΣ ΜΕΝΟΥ	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ			0	0	0.00	0.00
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ/ΝΟ	2177	1131	1046	4314.75	1438.25	71.91

ΚΑΚΑΟ	ΧΩΡΟ							
							ΣΥΝΟΛΟ:	3516.65
Β' ΟΡΟΦΟΣ								
ΑΠΟΘΗΚΗ ΕΞΑΓΩΓΩΝ	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ			0	0	0.00	0.00	
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΟ	1288	483	805	3321	1106.88	55.34	
ΑΠΟΘ. ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚ	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ			0	0	0.00	0.00	
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΟ	2393	1190	1203	4962	1654.13	82.71	
ΑΠΟΘ. ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΟ ΧΩΡΟ			0	0	0.00	0.00	
	ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΡΟΣ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΟ	376	226	150	618.75	206.25	10.3125	
							ΣΥΝΟΛΟ:	148.36
							ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:	7784.78

Πίνακας 1: Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας εξοικονόμησης από τη μείωση των απωλειών προς εσωτερικούς χώρους

Απώλειες προς εξωτερικό περιβάλλον

Στα φύλλα υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων των χώρων παραγωγής-αποθηκών προς εξωτερικό περιβάλλον, φαίνονται τα φορτία που προκύπτουν με μόνωση και με παράθυρα με διπλό τζάμι όπου αυτά δεν υπάρχουν και τα φορτία που προκύπτουν χωρίς μόνωση των δομικών στοιχείων, για τους μήνες αναφοράς Απρίλιο έως Σεπτέμβριο. Θεωρούμε ότι τους υπόλοιπους μήνες οι απώλειες προς το περιβάλλον είναι αμελητέες.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΜΕΣΟ ΩΡΙΑΙΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΩΡΙΣ ΜΟΝΩΣΗ (KW)	ΜΕΣΟ ΩΡΙΑΙΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ (KW)	ΚΕΡΔΟΣ (KWH)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWH)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€)	
Β' ΟΡΟΦΟΣ						
ΑΠΟΘΗΚΗ ΕΞΑΓΩΓΩΝ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	16.72	8.60	5847.72	1949.24	97.46
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	23.11	7.25	11419.80	3806.60	190.33
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	32.47	9.90	16251.90	5417.30	270.87
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	35.59	10.77	17872.50	5957.50	297.88

	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31.35	9.61	15656.40	5218.80	260.94
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21.31	6.87	10400.10	3466.70	173.34
					ΣΥΝΟΛΟ:	1290.81
ΑΠΟΘ. ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚ.	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	27.48	16.83	7665.51	2555.17	127.76
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	45.29	16.21	20939.70	6979.90	349.00
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	63.09	21.59	29877.30	9959.10	497.96
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	68.64	23.00	32860.80	10953.60	547.68
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	60.26	20.28	28785.90	9595.30	479.77
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	41.13	14.56	19129.80	6376.60	318.83
					ΣΥΝΟΛΟ:	2320.98
ΑΠΟΘ. ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	11.16	7.33	2759.11	919.70	45.99
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	16.92	6.77	7306.20	2435.40	121.77
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	23.65	9.16	10431.60	3477.20	173.86
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	25.70	9.78	11464.80	3821.60	191.08
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	22.55	8.60	10041.00	3347.00	167.35
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	15.44	6.17	6673.20	2224.40	111.22
					ΣΥΝΟΛΟ:	811.27
				ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:	4423.06	

Πίνακας 2: Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας εξοικονόμησης από την τοποθέτηση μόνωσης στην οροφή του Β ορόφου

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		ΜΕΣΟ ΩΡΙΑΙΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΧΩΡΙΣ ΜΟΝΩΣΗ (KW)	ΜΕΣΟ ΩΡΙΑΙΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ (KW)	ΚΕΡΔΟΣ (KWH)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWH)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€)
ΙΣΟΓΕΙΟ						
ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΩΝ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3,24	1,43	1300,95	433,65	21,68
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	3,09	1,47	1163,70	387,90	19,40
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	4,23	1,94	1648,80	549,60	27,48
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	4,57	2,07	1800,00	600,00	30,00
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	4,01	1,86	1548,00	516,00	25,80
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2,98	1,39	1144,80	381,60	19,08
					ΣΥΝΟΛΟ:	143,44
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	17,82	10,91	4977,60	1659,20	82,96
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	19,52	12,22	5256,90	1752,30	87,62
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	26,50	16,09	7496,10	2498,70	124,94
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	28,17	16,58	8344,80	2781,60	139,08
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	24,52	14,24	7401,60	2467,20	123,36

	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	17,78	10,34	5356,80	1785,60	89,28
					ΣΥΝΟΛΟ:	647,23
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 2	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3,88	2,66	876,71	292,24	14,61
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	4,36	3,36	722,40	240,80	12,04
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	6,14	4,51	1170,30	390,10	19,51
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	6,34	4,50	1324,80	441,60	22,08
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	5,32	3,68	1180,80	393,60	19,68
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	3,72	2,59	813,60	271,20	13,56
					ΣΥΝΟΛΟ:	101,48
Α' ΟΡΟΦΟΣ						
ΧΩΡΟΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3,41	1,88	1098,64	366,21	18,31
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	3,55	2,28	910,80	303,60	15,18
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	4,81	3,03	1288,20	429,40	21,47
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	5,00	3,05	1404,00	468,00	23,40
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	4,35	2,56	1288,80	429,60	21,48
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	3,15	1,84	943,20	314,40	15,72
					ΣΥΝΟΛΟ:	115,56
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	10,81	6,94	2782,80	927,60	46,38
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	10,48	7,25	2322,30	774,10	38,71
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	13,24	8,95	3089,70	1029,90	51,50
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	14,00	9,34	3355,20	1118,40	55,92
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	12,62	8,37	3060,00	1020,00	51,00
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	9,55	6,36	2296,80	765,60	38,28
					ΣΥΝΟΛΟ:	281,78
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 2	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7,98	5,71	1631,20	543,73	27,19
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	7,31	5,64	1198,80	399,60	19,98
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	8,87	6,74	1532,40	510,80	25,54
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	9,38	7,08	1656,00	552,00	27,60
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	8,61	6,51	1512,00	504,00	25,20
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6,66	5,05	1159,20	386,40	19,32
					ΣΥΝΟΛΟ:	144,83
ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 3	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	5,52	1,96	2752,52	917,51	45,88
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	4,41	1,88	2279,40	759,80	37,99
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	6,41	2,40	3053,10	1017,70	50,89
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	6,90	2,59	3384,00	1128,00	56,40
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	6,35	2,38	3189,60	1063,20	53,16
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	4,31	1,81	2606,40	868,80	43,44
					ΣΥΝΟΛΟ:	287,75
ΑΠΟΘΗΚΗ ΗΜΙΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΚΑΚΑΟ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7,27	3,45	2752,52	917,51	45,88
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	6,04	2,87	2279,40	759,80	37,99
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	7,74	3,50	3053,10	1017,70	50,89
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	8,59	3,89	3384,00	1128,00	56,40
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	8,44	4,01	3189,60	1063,20	53,16
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	7,56	3,94	2606,40	868,80	43,44
					ΣΥΝΟΛΟ:	287,75
Β' ΟΡΟΦΟΣ						
ΑΠΟΘΗΚΗ ΕΞΑΓΩΓΩΝ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	16,72	4,64	8700,84	2900,28	145,01
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	23,11	5,27	12844,50	4281,50	214,08
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	32,47	6,34	18816,60	6272,20	313,61

	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	35,59	6,90	20656,80	6885,60	344,28
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31,35	6,13	18158,40	6052,80	302,64
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,31	4,28	12261,60	4087,20	204,36
					ΣΥΝΟΛΟ:	1523,98
ΑΠΟΘ. ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚ.	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	27,48	12,59	10721,70	3573,90	178,70
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	45,29	15,18	21679,80	7226,60	361,33
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	63,09	17,52	32810,10	10936,70	546,84
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	68,64	18,50	36100,80	12033,60	601,68
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	60,26	16,20	31723,20	10574,40	528,72
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	41,13	11,56	21290,40	7096,80	354,84
					ΣΥΝΟΛΟ:	2572,10
ΑΠΟΘ. ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ	11,16	4,33	4915,96	1638,65	81,93
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΑΙΟΣ	16,92	5,19	8442,00	2814,00	140,70
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ	23,65	6,16	12592,80	4197,60	209,88
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ	25,70	6,49	13831,20	4610,40	230,52
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	22,55	5,61	12196,80	4065,60	203,28
	ΜΗΝΑΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	15,44	3,94	8280,00	2760,00	138,00
					ΣΥΝΟΛΟ:	1004,31
					ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:	7110,20

Πίνακας 3: Πίνακας υπολογισμού της ετήσιας εξοικονόμησης από τη μείωση των απωλειών προς το περιβάλλον

5.4.3 Μονάδες υπολογισμού Ενέργειας και γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων

Στους πίνακες 1, 2 και 3 παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα δεδομένα υπολογισμού και τα αποτελέσματα για τις παρακάτω περιπτώσεις:

Απώλειες προς εσωτερικούς χώρους

Τα ψυκτικά φορτία ανά ώρα προς θερμούς και προς μη κλιματιζόμενους χώρους τα υπολογίζουμε σε watt ενώ το ετήσιο κέρδος που προκύπτει αν γίνει θερμομόνωση:

[κέρδος (watt)* 8760h/1000]σε (KWH), προς τους θερμούς χώρους,

[κέρδος (watt)* 4125h/1000]σε (KWH), προς τους μη κλιματιζόμενους χώρους.

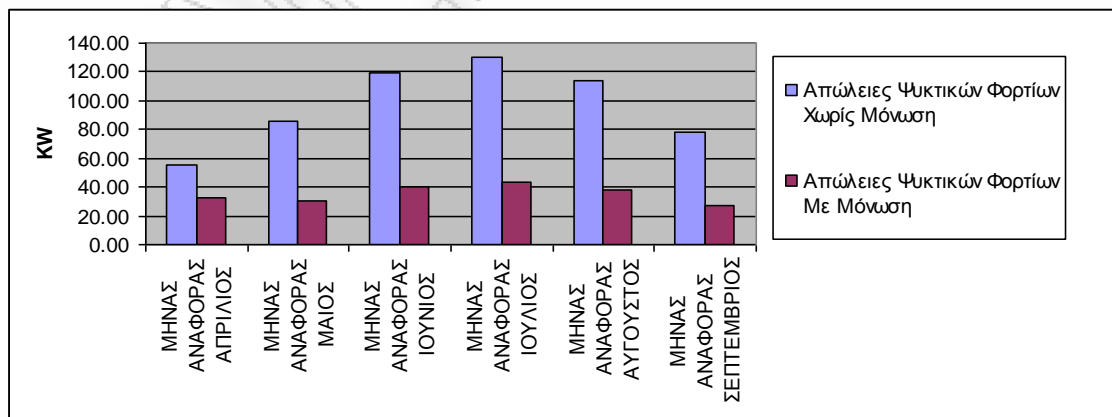
Απώλειες προς περιβάλλον

Μέσο ωριαίο ψυκτικό φορτίο για κάθε μήνα αναφοράς το κέρδος που προκύπτει αν γίνει θερμομόνωση ανά μήνα αναφοράς

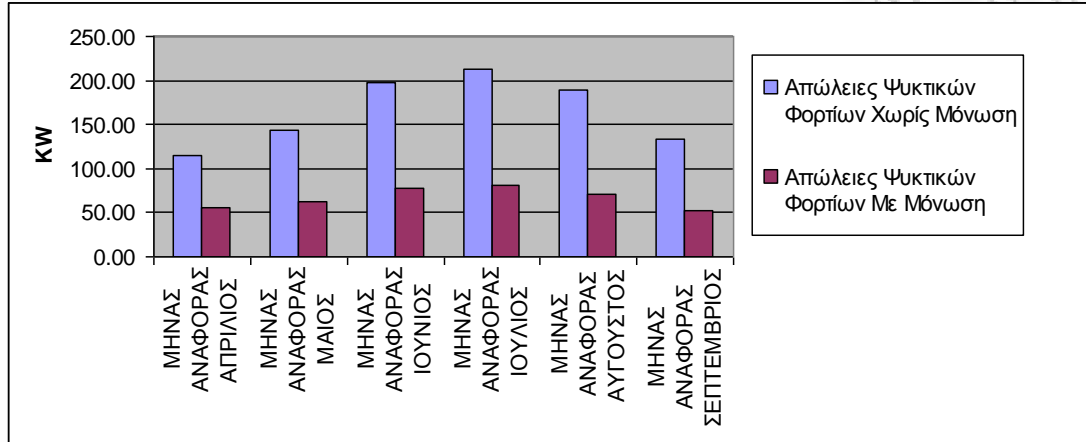
[κέρδος (Kwatt)* 720h]σε (KWH).

Γενικά, η ηλεκτρική κατανάλωση του συστήματος κλιματισμού(KWH) προκύπτει για βαθμό απόδοσης COP=3(πρόκειται για ενεργειακό συντελεστή απόδοσης) και το ετήσιο κέρδος σε € για κόστος αγοράς KWH= 0.05€(χωρίς το ΦΠΑ). Η τιμή της KWH προκύπτει προσεγγιστικά με βάση και τα τρέχοντα τιμολόγια της ΔΕΗ(τιμολόγιο Β1Β). Να σημειωθεί ότι το κόστος μιας KWH για τις βιομηχανίες(οι οποίες αποτελούν το 10% του συνόλου των καταναλωτών) είναι αρκετά μικρότερο από αυτό των υπόλοιπων καταναλωτών. Αυτό είναι απολύτως λογικό μιας και σε όλες σχεδόν τις βιομηχανίες η ΔΕΗ πάει απευθείας Μέση ή ακόμα και Υψηλή τάση χωρίς να χρειαστεί να την μετασηματίσει και μειώνοντας σημαντικά τις απώλειες ισχύος στο δίκτυο διανομής της, στοιχεία που παίζουν σημαντικό ρόλο στην τιμή της KWH.

Το μέγεθος της εξοικονόμησης ανά μήνα στην περίπτωση των απωλειών ενέργειας προς το περιβάλλον είναι σίγουρα εντυπωσιακό, τα παρακάτω διαγράμματα αποτυπώνουν αυτή την διαφορά με ξεκάθαρο τρόπο:



Γράφημα 2: Σύγκριση ανά μήνα των αποτελεσμάτων των απωλειών των ψυκτικών φορτίων πριν και μετά τη θερμομόνωση της οροφής του Β ορόφου.



Γράφημα 3: Σύγκριση ανά μήνα των αποτελεσμάτων των απωλειών των ψυκτικών φορτίων πριν και μετά τη θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου.

5.5 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Με τη βοήθεια των τύπων του κεφαλαίου 3 και των υπολογισμών που καταγράψαμε παραπάνω θα προχωρήσουμε στην χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης για τη μελέτη περίπτωσης του παρόντος κεφαλαίου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τέτοιου είδους επενδύσεις παρουσιάζουν διάρκεια ζωής περίπου 20 έτη καθώς επίσης ότι οι τιμές για τη θερμομόνωση (αγορά και εγκατάσταση των υλικών) κυμαίνεται από 20€ έως 40€, ανάλογα με τον χώρο που θέλουμε να θερμομονώσουμε (οι οροφές είναι πάντα πιο ακριβές διότι χρειάζονται επιπλέον και υγρομόνωση).

5.5.1 Το υπόδειγμα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων

Το υπόδειγμα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων είναι η πιο συχνή μέθοδος υπολογισμού του επιτοκίου προεξόφλησης(κόστους κεφαλαίου). Το υπόδειγμα υποθέτει ότι η απαιτούμενη απόδοση του κοινού μετοχικού κεφαλαίου, μέσα από την οποία προκύπτει το επιτόκιο προεξόφλησης, είναι ίση με την απαλλαγμένη κινδύνου απόδοση πλέον μία αμοιβή για τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο, η οποία καθορίζεται από το γινόμενο του συντελεστή βήτα επί τη διαφορά μεταξύ της απόδοσης του χαρτοφυλακίου αγοράς και της απαλλαγμένης κινδύνου απόδοσης, όπως όλα αυτά απεικονίζονται στην παρακάτω εξίσωση:

$$r_i = r_f + (r_m - r_f)\beta$$

όπου:

r_i : επιτόκιο προεξόφλησης

r_f : επιτόκιο χωρίς κίνδυνο(απόδοση χωρίς κίνδυνο)

r_m : επιτόκιο που προεξοφλεί η αγορά(απόδοση χαρτοφυλακίου αγοράς)

β : ο συντελεστής βήτα

Απόδοση χωρίς κίνδυνο

Η πρώτη παράμετρος που πρέπει να υπολογιστεί προκειμένου να εφαρμοστεί το υπόδειγμα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων είναι απόδοση χωρίς κίνδυνο. Στην πράξη δεν υπάρχει τίποτα που να είναι πλήρως απαλλαγμένο από κίνδυνο. Τα κρατικά χρεόγραφα είναι βέβαια απαλλαγμένα σε σημαντικό βαθμό από τον κίνδυνο αθέτησης της υποχρέωσης καταβολής των τόκων και επιστροφής του κεφαλαίου, αλλά οι κρατικές ομολογίες θα παρουσιάσουν ζημίες κεφαλαίου, αν τα επιτόκια ανέλθουν (κίνδυνος επιτοκίου), ενώ, από την άλλη πλευρά, ένα χαρτοφυλάκιο έντοκων γραμματίων δημοσίου θα δημιουργήσει μία σειρά ασταθών αποδόσεων, επειδή το επιτόκιο τους διαφέρει διαχρονικά (κίνδυνος επανεπένδυσης).

Αμοιβή κινδύνου αγοράς

Η αμοιβή κινδύνου ισούται με το γινόμενο του συντελεστή βήτα (συστηματικός κίνδυνος) επί τη διαφορά μεταξύ της απόδοσης του χαρτοφυλακίου αγοράς και της απόδοσης χωρίς κίνδυνο, $(r_m - r_f)\beta$. Η διαφορά μεταξύ της απόδοσης του χαρτοφυλακίου αγοράς και της απόδοσης χωρίς κίνδυνο $(r_m - r_f)$, ονομάζεται αμοιβή κινδύνου της αγοράς. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την προσέγγιση της αμοιβής κινδύνου αγοράς είναι με βάση ιστορικά δεδομένα. Η ιστορική άποψη υποθέτει ότι οι επενδυτές προσδοκούν τα μελλοντικά αποτελέσματα να είναι, κατά μέσο όρο ίσα με εκείνα του παρελθόντος. Στη συνέχεια, υιοθετεί ως μονάδες μέτρησης της απόδοσης του χαρτοφυλακίου αγοράς χρηματιστηριακούς δείκτες. Τέλος, υπολογίζει την αμοιβή κινδύνου αγοράς ως τη διαφορά μεταξύ της απόδοσης του επιλεγέντος χρηματιστηριακού δείκτη και της απαλλαγμένης κινδύνου απόδοσης.

Ο συντελεστής βήτα

Ο συντελεστής βήτα είναι ένα μέτρο του βαθμού μεταβλητότητας μιας κοινής μετοχής σε σχέση με τη μέση μετοχή. Στην περίπτωση εισηγμένων εταιρειών υπολογίζεται από την παλινδρομική των ιστορικών αποδόσεων της μετοχής με τις ιστορικές αποδόσεις του χρηματιστηριακού δείκτη. Επειδή ο συντελεστής β επηρεάζεται από την δανειακή επιβάρυνση μιας επιχείρησης μπορούμε να υπολογίσουμε τον συντελεστής βήτα μιας εταιρείας χωρίς την επίδραση της δανειακής επιβάρυνσης ως εξής:

$$\beta = \beta_\chi [1 + (1 - \Sigma\Phi) \Pi / IK]$$

όπου:

β : ο συντελεστής βήτα

β_χ : ο συντελεστής βήτα χωρίς δανειακή επιβάρυνση

$\Sigma\Phi$: συντελεστής φορολόγησης

Π: δανειακά κεφάλαια της επιχείρησης

ΙΚ: ίδια κεφάλαια

Συνεπώς στην περίπτωση μας, όπου έχουμε μια μη εισηγμένη εταιρεία θα πρέπει αρχικά να υπολογίσουμε το συντελεστή βήτα για τον κλάδο των εισηγμένων εταιριών τροφίμων και έπειτα να υπολογίσουμε από τον παραπάνω τύπο τον β_χ . Στη συνέχεια θα υιοθετήσουμε την παραδοχή ότι ο β_χ του κλάδου μας είναι ίδιος με τον β_χ της επιχείρησης μας. Με βάση αυτή την παραδοχή και κάνοντας χρήση στοιχείων από τον ισολογισμό της επιχείρησης θα υπολογίσουμε το συντελεστή βήτα που χρειαζόμαστε.

Υπολογίζοντας, λοιπόν, το μέσο όρο συντελεστή β των εισηγμένων εταιριών τροφίμων στο 0,8 καθώς και τον μέσο όρο $\Pi / \text{ΙΚ}$ των αντίστοιχων εταιριών στο 80% και δεδομένου ότι ο συντελεστής φορολογίας είναι στο 20%, έχουμε το β_χ του κλάδου να διαμορφώνεται στο 0,5.

Για την εταιρία του παραδείγματός μας η οποία δεν ανήκει στις εισηγμένες, υιοθετώντας την παραδοχή ότι το β_χ της είναι ίδιο με το β_χ του κλάδου των εισηγμένων εταιριών τροφίμων, ο συντελεστής φορολογίας στο 25% και έχοντας σαν πληροφορία από τον ισολογισμό της ότι ο όρος $\Pi / \text{ΙΚ}$ είναι στο 120% μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τον συντελεστή βήτα 0,95.

5.5.2 Υπολογισμοί χρηματοοικονομικών δεικτών

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει με τη χρησιμοποίηση των τριών πιο βασικών χρηματοοικονομικών μεθοδολογιών κάνοντας χρήση δύο διαφορετικών σεναρίων όσον αφορά τις καθαρές χρηματικές ροές της επένδυσης, δηλαδή το ποσό που προκύπτει από την επένδυση μας για εξοικονόμηση ενέργειας.

Αρχικά, θα πρέπει να υπολογίσουμε το επιτόκιο προεξόφλησης των χρηματικών ροών μέσα από τον τύπο $r_i = r_f + (r_m - r_f)\beta$. Τα δεδομένα που χρειάζονται για τον υπολογισμό του r_i έχουν ως εξής:

$r_f = 6\%$, $(r_m - r_f) = 8\%$ και ο συντελεστής βήτα 0,95.

Με αυτά τα δεδομένα ο r_i είναι 13,5%.

5.5.2.1 Πρώτο σενάριο: σταθερές ταμειακές ροές

Ο υπολογισμός των χρηματοοικονομικών δεικτών θα γίνει κάνοντας την υπόθεση ότι οι καθαρές χρηματικές ροές της επένδυσης θα παραμείνουν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της επένδυσης (20 έτη). Έτσι:

- **Υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης**

Για να υπολογίσουμε το χρόνο απόσβεσης (ΧΑ) ή χρόνο αποπληρωμής της επένδυσης θα πρέπει να γνωρίζουμε την αρχική δαπάνη της επένδυσης:

$\Delta\Delta = \text{Κόστος θερμομόνωσης/m}^2 * \text{Συνολικά m}^2 \text{ που θερμομονώθηκαν}$
άρα $\Delta\Delta = 20 * (2232 + 492) + 35 * (1667) = 121.160 \text{ €}$.

Από τον τύπο $ΧΑ = \frac{\text{ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (\Delta\Delta)}{\text{ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ (ΕΟ)}}$,

με $\Delta\Delta = 112.825 \text{ €}$ και $ΕΟ = 19.318,04 \text{ €}$

υπολογίζουμε $ΧΑ = 5,84$ έτη αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι *χρειάζεται περίπου 5 χρόνια και 10 μήνες για να γίνει η πλήρης απόσβεση της επένδυσης.*

- **Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ)**

Από τον τύπο $ΚΠΑ = \sum_{v=0}^n \frac{EX_v}{(1+r)^v}$,

$v=20$, $r=13,5\%$, $EX_0 = -112.825 \text{ €}$ (για $v=0$) και $EX_v = 19.318,04 \text{ €}$ (για $v=1$ έως $v=20$)

υπολογίζουμε $ΚΠΑ = 18.902,86 > 0$ *άρα η επένδυση μας, με τη μέθοδο της*

ΚΠΑ, κρίνεται ως συμφέρουσα.

- **Η μέθοδος του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης(ΕΣΑ)**

Όπως γνωρίζουμε από το κεφάλαιο 3 ο ΕΣΑ είναι το επιτόκιο για το οποίο η καθαρή παρούσα αξία είναι μηδενική.

$$ΕΣΑ = r \quad \text{για ΚΠΑ} = 0$$

Οπότε υπολογίζουμε τον ΕΣΑ από τον τύπο $\sum_{v=0}^n \frac{EX_v}{(1 + ΕΣΑ)^v} = 0$

$v=20$, $EX=-112.825$ € (για $v=0$) και $EX=19.318,04$ €(για $v=1$ έως $v=20$)

$ΕΣΑ= 16\%$ και επειδή ισχύει η σχέση $ΕΣΑ > r$ **η επένδυση μας, με τη μέθοδο του ΕΣΑ, κρίνεται ως συμφέρουσα.**

5.5.2.2 Δεύτερο σενάριο: μεταβαλλόμενες χρηματικές ροές

Σ' αυτό το σενάριο για τον υπολογισμό των χρηματοοικονομικών δεικτών θα ακολουθήσουμε την υπόθεση ότι στα πέντε πρώτα χρόνια της επένδυσης οι καθαρές χρηματικές ροές θα παραμείνουν σταθερές σαν αποτέλεσμα των αυξομειώσεων στις τιμές της κιλοβατώρας από την ΔΕΗ μέχρι να οδηγηθούμε σε διεύρυνση της αγοράς και να σπάσει το υπάρχον μονοπώλιο στον καθορισμό της τιμής της κιλοβατώρας κάτι το οποίο ακούγεται έντονα πως θα συμβεί τα αμέσως επόμενα χρόνια. Από τον έκτο χρόνο και μετά θα δεχτούμε την παραδοχή ότι κάθε χρόνο η τιμή της κιλοβατώρας θα αυξάνεται κατά μία τιμή ίση με τον υπάρχοντα πληθωρισμό(η τιμή του οποίου ανέρχεται με σημερινά δεδομένα στο 3%). Έτσι οι καθαρές χρηματικές ροές της επένδυσης θα διαμορφωθούν σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Έτη	Τιμή κιλοβατώρας	Κ.Χ.Ρ.
1	0,05	19318,04
2	0,05	19318,04
3	0,05	19318,04
4	0,05	19318,04
5	0,05	19318,04
6	0,0515	19897,6
7	0,05305	20494,5
8	0,05464	21109,3
9	0,05628	21742,6
10	0,05796	22394,9
11	0,0597	23066,7
12	0,0615	23758,7
13	0,06333	24471,5
14	0,06524	25205,6
15	0,0672	25961,8
16	0,06921	26740,7
17	0,07129	27542,9
18	0,07343	28369,2
19	0,07563	29220,3
20	0,0779	30096,9

Πίνακας 4: Πίνακας υπολογισμού μεταβαλλόμενων καθαρών χρηματικών ροών

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 4 οι χρηματοοικονομικοί δείκτες δίνουν τα εξής αποτελέσματα:

- **Υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης**

Για να υπολογίσουμε το χρόνο απόσβεσης (ΧΑ) ή χρόνο αποπληρωμής της επένδυσης δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο διότι δεν έχουμε σταθερές χρηματικές ροές. Γνωρίζοντας όμως την αρχική δαπάνη της επένδυσης: με $ΑΔ= 112.825 \text{ €}$ και τις τιμές των $ΕΧ$ από τον πίνακα 4 μπορούμε να υπολογίσουμε τον ΧΑ *περίπου ίσο με 5 χρόνια και 10 μήνες.*

- **Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας(ΚΠΑ)**

Από τον τύπο $ΚΠΑ = \sum_{v=0}^n \frac{ΕΧ_v}{(1+r)^v}$, $ΚΠΑ=31.452,07\text{€}$

ισχύει η σχέση $ΚΠΑ > 0$ *άρα η επένδυση μας, με τη μέθοδο της ΚΠΑ, κρίνεται ως συμφέρουσα.*

- **Η μέθοδος του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης(ΕΣΑ)**

Υπολογίζουμε τον ΕΣΑ από τον τύπο $\sum_{v=0}^n \frac{ΕΧ_v}{(1+ΕΣΑ)^v} = 0$, $ΕΣΑ=18\%$

ισχύει η σχέση $ΕΣΑ > r$ *άρα η επένδυση μας, με τη μέθοδο του ΕΣΑ, κρίνεται ως συμφέρουσα*

5.6 Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών είμαστε σε θέση να συμπεράνουμε ότι:

Το μεγαλύτερο ποσοστό (65%) των θερμικών κερδών από εσωτερικούς χώρους, είναι από τους θερμούς χώρους οι οποίοι χωρίζονται με τους ψυχωμένους χώρους με ελαφρά χωρίσματα από πλεξιγκλάς και λαμαρίνα, που δεν προσφέρουν αξιόλογη μόνωση. Θεωρούμε λοιπόν ότι χρησιμοποιώντας μονωτικά χωρίσματα προς τους θερμούς χώρους με τουλάχιστον 4 cm μόνωση (κόστος εγκατάστασης

περίπου 20 €/m², επιφάνεια χωρισμάτων περίπου 500 m²), θα υπάρχει ενεργειακό κέρδος.

Το μεγαλύτερο ποσοστό (72%) των θερμικών κερδών από το περιβάλλον για τους ψυχωμένους χώρους του Β' ορόφου, προέρχεται από την οροφή που είναι αμόνωτη. Μονώνοντας την οροφή με μονωτικό υλικό τουλάχιστον 5 cm, επιτυγχάνεται μείωση των κερδών από το περιβάλλον κατά 63%. Αυτό σημαίνει ετήσιο κέρδος 4425 €. Ο χρόνος απόσβεσης εξαρτάται από το κόστος της μόνωσης και την επιφάνεια που θα μονωθεί (επιφάνεια οροφής 1667 m²).

Είναι πρόδηλο παρατηρώντας τα αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής αξιολόγησης και για τα δύο σενάρια ότι η συνολική επένδυση στη θερμομόνωση της συγκεκριμένης βιομηχανίας κρίνεται συμφέρουσα και μάλιστα ικανή μέσα σ' έναν ορίζοντα 20 ετών (όσο δηλαδή είναι και η διάρκεια πλήρους απόσβεσης τέτοιων επενδύσεων) να επιφέρει κέρδη για την επιχείρηση. Αυτό γίνεται σαφές από τον δείκτη της Καθαρής Παρούσας Αξίας την οποία υπολογίσαμε με σταθερές χρηματικές ροές 18.902,86€ ποσό που αντιστοιχεί στα κέρδη της παρούσας επένδυσης μέχρι το τέλος της 20ετίας. Στο δεύτερο σενάριο όπου παρατηρείται από το έκτο έτος και μετά αυξανόμενες (με βάση τον τρέχοντα πληθωρισμό) χρηματικές ροές η ΚΠΑ της επένδυσης ανεβαίνει στα 31.452,07€.

Με βάση τον πρώτο χρηματοοικονομικό δείκτη και στα δύο σενάρια ο χρόνος απόσβεσης υπολογίζεται σε 5 χρόνια και 10 μήνες.

Σε περίπτωση που η διοίκηση της επιχείρησης επιλέξει να χρηματοδοτήσει μια τέτοια επένδυση με ξένα κεφάλαια αντί να καταφύγει στη λύση της αυτοχρηματοδότησης, το επιτόκιο δανεισμού δεν θα πρέπει να ξεπερνά το επιτόκιο που υπολογίσαμε με βάση τον τρίτο χρηματοοικονομικό δείκτη, δηλαδή

τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης ο οποίος ανέρχεται γι' αυτή την επένδυση στο πρώτο σενάριο στο 16% και στο δεύτερο σενάριο στο 18%.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΣΙΑ

6.1 Γενικά Συμπεράσματα

Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής αποτελεί έναν από τα κυριότερα σημεία έντονου ενδιαφέροντος για τις περισσότερες χώρες. Μάλιστα, τα επόμενα χρόνια αναμένεται να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στην ανάπτυξη πολιτικών που θα μειώνουν τις εκπομπές ρυπογόνων αέριων ρύπων. Η εξοικονόμηση ενέργειας, ως μέτρο πολιτικής, θα συνεχίσει να αποτελεί μια σημαντική στρατηγική ανάπτυξης για την οικονομία της χώρας μας, μια και συνδέεται σε σημαντικό βαθμό, με την κατανάλωση ενέργειας όπως και με την μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων. Επιπλέον, συντονισμένες προσπάθειες τόσο από την Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και από άλλους οργανισμούς (IEA, OECD) θέτουν σε βασικό άξονα προτεραιότητας την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, την χρησιμοποίηση εναλλακτικών μορφών και ανανεώσιμων πηγών και την μείωση των ρυπογόνων εκπομπών ιδιαίτερα στον βιομηχανικό κλάδο.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στη βιομηχανία μπορεί να προκύψει α) με κατάλληλες λειτουργικές και τεχνολογικές αλλαγές και προσθήκες στο παραγωγικό κύκλωμα και β) με τη θερμομόνωση διατάξεων, σωληνώσεων και χώρων.

Ειδικά στη βιομηχανία υπάρχουν τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και εμφανίζονται πολλές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας με την θερμομόνωση.

Η ελληνική βιομηχανία καταναλίσκει περισσότερο από το 40% της συνολικής ενέργειας που δαπανάται στη χώρα μας. Αν μάλιστα λάβουμε υπ' όψη μας ότι οι περισσότερες βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες έχουν κατασκευαστεί με βάση τεχνικοοικονομικά κριτήρια τα οποία βασίζονταν σε φθηνή ενέργεια (μέχρι το 1973) είναι φανερό ότι υπάρχουν πολύ μεγάλα περιθώρια βελτιώσεων.

Για να αποφασιστούν οι απαραίτητες επενδύσεις από τις βιομηχανίες, οικονομικό κίνητρο μπορεί να αποτελέσει η γνώση του κόστους ενέργειας σαν ποσοστό του ολικού βιομηχανικού κόστους. Το κόστος ενέργειας σαν συντελεστής διαμόρφωσης του κόστους παραγωγής διαφέρει σημαντικά από βιομηχανία σε βιομηχανία.

Για την περίπτωση της θερμομόνωσης εξαρτημάτων, στοιχείων ή χώρων, το πρόβλημα εντοπίζεται στην εκλογή του κατάλληλου μονωτικού υλικού (συχνά πρέπει να «αντέχει» σε πολύ υψηλές ή και αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες) και τον οικονομοτεχνικό υπολογισμό του κατάλληλου πάχους.

Όμως μπορεί να λεχθεί ότι το περισσότερο συνηθισμένο πρόβλημα είναι ο υπολογισμός των απωλειών θερμότητας από θερμαινόμενες επιφάνειες και η εκλογή του οικονομικότερου πάχους της απαιτούμενης θερμομόνωσης. Το πρόβλημα δεν είναι απλό γιατί υπεισέρχονται πολλές μεταβλητές που αποτελούν συνδυασμούς τεχνικών και οικονομικών στοιχείων.

Οι σημαντικότεροι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιούνται θερμομονώσεις στη βιομηχανία είναι :

- Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων (υγρών και στερεών) ή ηλεκτρικής ενέργειας, με τελικό κόστος τη μείωση του κόστους των παραγόμενων προϊόντων.
- Η προστασία των εργαζομένων από την επαφή με επιφάνειες υψηλής θερμοκρασίας (κίνδυνος εγκαυμάτων). Οι μονώσεις αυτού του τύπου είναι μικρού πάχους γιατί έχουν σαν στόχο να μειώσουν την θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας σωληνώσεων, συσκευών ή μηχανημάτων κάτω από τους 50 °C.

- Η βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος για το προσωπικό που εργάζεται σε χώρους που υπάρχουν εστίες υψηλής θερμοκρασίας (π.χ. ατμολέβητες).
- Η ρύθμιση ή διατήρηση της θερμοκρασίας σε χώρους που διατηρείται ή εξελίσσεται χημική δράση ή άλλη μηχανικής ή χημικής μορφής διεργασία (π.χ. αντιδραστήρες).
- Η παρεμπόδιση της συμπύκνωσης της ατμοσφαιρικής υγρασίας, σε ψυχρές επιφάνειες τοιχωμάτων, μηχανημάτων και σωληνώσεων που λειτουργούν σε χαμηλή θερμοκρασία.
- Η προστασία σωληνώσεων και δεξαμενών που περιέχουν υγρά που υπάρχει κίνδυνος να σταθεροποιηθούν κατά τους χειμερινούς μήνες αν μείνουν στάσιμα (π.χ. νερό). Στην περίπτωση αυτή ανήκει και η κατηγορία υγρών που το ιξώδες τους αυξάνει πολύ με την πτώση της θερμοκρασίας και γίνεται δύσκολη η άντληση και μεταφορά τους.
- Ειδικά για την προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας με τη θερμομόνωση σε εργοστάσια που συναντώνται εκτεταμένες περιοχές υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών, μπορούμε να επιτύχουμε οικονομία μέχρι και 25% στη συνολική κατανάλωση ενέργειας και μείωση του βιομηχανικού κόστους μερικών προϊόντων μέχρι και 7%.

6.2 Προοπτικές

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι εξίσου σημαντική σε κτιριακά συγκροτήματα επιχειρήσεων που έχουν ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις λόγω του όγκου τους, της λειτουργίας ή της χρήσης τους. Πιο συγκεκριμένα οι

βιομηχανικές μονάδες στις οποίες γίνεται εκτεταμένη χρήση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών, έχει προκύψει ότι καλύπτουν ένα ποσοστό της τάξης του 30% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα. Επιπλέον η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της ελάττωσης των ρυπογόνων εκπομπών, αλλά και την ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων των επιχειρήσεων που στεγάζονται στα κτίρια αυτά. Μια τέτοια προσπάθεια προϋποθέτει τόσο την εφαρμογή νέων τεχνολογιών όσο και την ύπαρξη ενεργειακής συνείδησης στη καθημερινή ανθρώπινη συμπεριφορά και του τρόπου ζωής γενικότερα.

Η ενεργειακή διαχείριση σε συνδυασμό με επενδύσεις σε έργα εξοικονόμησης ενέργειας είναι μια συνεχής διαδικασία που αποσκοπεί στη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία των εγκαταστάσεων μιας επιχειρησιακής μονάδας . Στο πλαίσιο της ενεργειακής διαχείρισης, υπάρχει η ανάγκη συνεχούς ελέγχου, ώστε να εξασφαλίζεται κάθε στιγμή η βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά. Μια επιχειρησιακή μονάδα οφείλει να παρακολουθεί συνεχώς τις εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας και ειδικότερα σε θέματα που αφορούν την αποδοτική χρήση του εξοπλισμού της. Οφείλει επίσης να είναι ενημερωμένη για τις αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο σχετικά με την ενεργειακή διαχείριση . επιχείρηση, σύμφωνα με τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά της, μπορεί να επιλέξει αρχικά, τις προτάσεις που θα συμπεριλάβει στο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης, ενώ κατά την διάρκεια της διαδικασίας συνεχούς βελτίωσης μπορεί να υιοθετηθούν περισσότερες προτάσεις. Το κίνητρο για την έγκριση - υιοθέτηση των μέτρων και των πρακτικών της ενεργειακής διαχείρισης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η

υψηλή απόδοση. Η χαμηλή ενεργειακή απόδοση καταδεικνύει τις αδυναμίες και τις ελλείψεις στην ενεργειακή διαχείριση. Οι επιθεωρήσεις εστιάζουν στην απόκτηση απαραίτητων δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας, στην δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, στον προσδιορισμό της παρούσας επίδοσης και στην διεξαγωγή αξιόπιστης συγκριτικής αξιολόγησης. Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες ενεργειακής βελτίωσης, που μπορούν να πραγματοποιηθούν με την άρση των τεχνικών εμποδίων στη βιομηχανία, με τη βοήθεια πρωτοκόλλων μίνιμουμ απόδοσης ή ισοδυνάμων συμφωνιών, στις οποίες οι βιομηχανίες ακολουθούν κατευθυντήριες γραμμές για παραγωγικές μεθόδους αποτελεσματικές ως προς το κόστος και την ενέργεια. Σε πολλές βιομηχανικές μονάδες των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης(ΕΕ) εφαρμόζονται με επιτυχία ολοκληρωμένα προγράμματα Ενεργειακής Διαχείρισης με, αλλά και χωρίς, χρηματοδοτικά κίνητρα. Τα προγράμματα αυτά αποδείχθηκε ότι έχουν θετικά και μετρήσιμα αποτελέσματα επί των εκπομπών CO₂, επί της απασχόλησης και των ωφελειών που προσφέρουν στις ελεγχόμενες βιομηχανικές μονάδες .

Για την διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων είναι απαραίτητη η παρουσία ενός υπευθύνου. Αρμοδιότητα του υπεύθυνου ενέργειας είναι να διαχειρίζεται τις τρέχουσες ενεργειακές απαιτήσεις της εταιρίας αλλά και την μελλοντική ενεργειακή κατάσταση, σε ένα περιβάλλον όπου οι διακυμάνσεις στην προμήθεια και στην τιμή μπορεί να ασκήσουν σημαντική επίδραση στο ενεργειακό κόστος. Ο υπεύθυνος ενέργειας θα πρέπει να είναι υπεύθυνος σχεδιασμού, εφαρμογής και αλλαγών. Θα πρέπει κατά διαστήματα να αναθεωρεί τα αποτελέσματα του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης ώστε να εξασφαλίσει την διαρκή καταλληλότητα, επάρκεια και αποτελεσματικότητά του, και να εκτιμά την απόδοσή του μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης.

Οι προοπτικές της εφαρμογής της Ενεργειακής Διαχείρισης στο βιομηχανικό τομέα εμφανίζονται εξαιρετικά ευοίωνες, αφού οδηγούν στη χρησιμοποίηση κινητήρων, συμπιεστών, αντλιών, ανεμιστήρων και άλλων ειδών εξοπλισμού με καλύτερες ενεργειακές επιδόσεις, αλλά και σε αποτελεσματικότερες μεθόδους εργασίας. Τέλος, η εφαρμογή της Ενεργειακής Διαχείρισης στις βιομηχανικές μονάδες οδηγεί σε βελτίωση της ασφάλειας και της ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών και προϊόντων, καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, αφού έχει ως αποτέλεσμα την ορθή και αποδοτικότερη χρήση της παραγόμενης ενέργειας.

6.2.1 Σχεδιασμός προγράμματος ΕΞΕ

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

1. Της Τελικής Ετήσιας Ειδικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας, κατά ενεργειακή χρήση. Εκφράζεται σε kWh/m².

Μπορεί να ομαδοποιηθεί κατά χρήση, ως εξής:

- ❖ Θέρμανση χώρων (με αντλίες θερμότητας ή ηλεκτρ. αντιστάσεις),
- ❖ Ψύξη (με συμπίεση ψυκτικού μέσου),
- ❖ Φωτισμός και
- ❖ Ζεστό νερό χρήσης (με ηλεκτρικές αντιστάσεις)

2. Της Τελικής Ετήσιας Ειδικής Κατανάλωσης Θερμικής Ενέργειας, κατά ενεργειακή χρήση. Εκφράζεται, τόσο σε kWh/m², όσο και σε kg(καυσίμου)/m².

Μπορεί να ομαδοποιηθεί ως εξής :

- ❖ Θέρμανση χώρων (με κατανάλωση καυσίμου)
- ❖ Ψύξη (με απορρόφηση)
- ❖ Ζεστό νερό χρήσης (από κύκλωμα λέβητα)

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

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

- (α) Μέτρα διαχειριστικού και οργανωτικού εκσυγχρονισμού.
- (β) Μέτρα για τη βελτίωση των διαδικασιών λειτουργίας και συντήρησης.
- (γ) Μέτρα βραχυπρόθεσμης απόδοσης.
- (δ) Μέτρα μεσοπρόθεσμης απόδοσης.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A Review of Energy Consumption and Related Data Canadian Cement Manufacturing Industry 1990 to 2001, Canadian Industry Energy End – use Data and Analysis Centre, 2003.

A Review of Energy Consumption and Related Data, Canadian Paper Manufacturing Industries 1999 – 2001, Canadian Industry Energy End – use Data and Analysis Centre, 2003, www.cieedac.sfu.ca.

Anderson, S.T. and Newell, R.G. 2004. Information programs for technology adoption: the case of energy-efficiency audits, *Resource and Energy Economics*

Arrow, J. K. 1996. Technical Information and Industrial Structure, *Industrial and Corporate Change* 5

ASHRAE (1989), *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, Chap. 11 Air Contaminants, USA.

Azar, C. and Dowlatabadi, H. 1999. A Review of the Treatment of Technical Change in Energy Economics Models, *Annual Review of Energy and the Environment* 24

Barney, J., 2001, 'Resource-based theories of competitive advantage: a ten year retrospective of the resource based view'. *Journal of Management* 17.

Blok, K. DeGroot, H.L.F. Luiten, E.E.M. and Rietbergen, M.G., 2004. *The Effectiveness of Policy Instruments for Energy-Efficiency Improvement in Firms. The Dutch Experience*. Kluwer Academic Publishers.

Brister A. (1991), The future for insulation. *Bldg. Serv. CIBSE J.*, vol.13, no. 10, pp. 43-44.

Commission of the European Communities 2005. *Green Paper on Energy Efficiency*.

Cuhls C. (1988), Mineral wool. Restricted application in a large construction project in London. Technical risks and health hazards are taken seriously, *Wohnung-und-Gesundheit*, Vol. 10/47..

Commission of the European Communities, Cat. numb. CD-NA-EUR-13078-EN-C.

Damodaran, Investment Valuation, Wiley, 2002

Energy Intensity Indicators for Canadian Industry 1990 to 2004, www.cieedac.sfu.ca.

Estimate of energy consumption and CO₂ emission associated with the production, use and final disposal of PVC, XLPE, and PE cables, Polytechnical University of Catalonia, 2005.

Energy Efficiency Improvement Opportunities for Cement Making, Berkley National Laboratory, 2004.

Energy Consumption Benchmark Guide: Cement Clinker Production, Natural Resources Canada – Office of Energy Efficiency, 2001.

Energy Performance Indicator Report: Fluid Milk Plants, Natural Resources Canada – Office of Energy Efficiency, 2001.

Evaluating Clean Development Mechanism Projects in the Cement Industry Using a Process-Step Benchmarking Approach, Berkley National Laboratory, 2000.

Fisher, A., 2000. Investment under Uncertainty and the option value of in Environmental Economics. *Resource and Energy Economics* 22.

Florida, R. Davison, D., 2002. Why Do Firms Adopt Advanced Environmental Practices , and Do They Make a Difference,?. in C. Coglianese and J. Nash, eds, *Going Private: Environmental Management Systems and the New Policy Agenda*, Washington, DC: Resources for the Future.

Frangoudakis A. (1990), An Approach to Integrating Passive Cooling Devices in Buildings, *Proceedings of the Workshop on Passive Cooling*, pp. 221-230, Edited by E. Aranovich, E. de Oliveira Fernandes and T. C. Steemers, Joint Research Center.

Gabel, H.L., Sinclair-Dsgagne, B., 1993. Corporate Responses to Environmental Concerns. in H. Folmer, H.L. Gabel and H. Opschoor ,eds., *Principles of Environmental and Resources Economics*, Aldershot: Edward Elgar.

GENESYS, Fuzzy controllers and smart tuning techniques for energy efficiency and overall performance of HVAC systems in buildings, Contract JOE-CT98-0090.

Cement and Lime Bref Revision Cambureau Contribution Specific Energy Consumption, The European Cement Association, 2006.

Granum H. (1990), Economic evaluation of thermal insulation and window design for residential houses in Norway, Low-energy-buildings, 2nd Generation, CIB W67 Annual Meeting Fraunhofer Institute for Building Physics, pp. 10.1-10.10 (1990)

Grubler, A. Nakicenovic, N. and Victor, D. G. 1999. Modeling Technological Change: Implications for the Global Environment, Annual Review of Energy and the Environment.

Hitt, M.A., Ireland, R.D., Camp, S.M., Sexton, D.L., 2001. Strategic entrepreneurship: entrepreneurial strategies for wealth creation. Strategic Management Journal

Howarth, R. B., Haddad, B. M., and Paton, B., 2000. The Economics of Energy Efficiency: Insights from Voluntary Participation Programs, Energy Policy,

Hollowell C., Berk J. and Traynor G. (1989), Impact of reduced infiltration on air quality in residential buildings, ASHRAE Transactions, Vol 85 Part 1, pp 816-827.

Jaffe, A. B. and Stavins, R. N. 1994. The Energy Paradox and the Diffusion of Conservation Technology, Resource and Energy Economics.

Jaffe, A., Newell, G.R. and Stavins, N.R. 2002. Environmental Policy and Technological Change, Environmental and Resource Economics.

International Energy Agency, IEA, 2005. Geller, H. and Attali, S., The Experience with energy efficiency policies and programmes in IEA countries, Learning from the critics, IEA information Paper.

International Energy Agency ,IEA, 2002. Energy Policies of IEA Countries- Greece Review. Paris, France:OECD/IEA.

International Aluminium Institute, www.world-aluminium.org

Lensink, R., P. van Steen and Sterken, E. 2005. Uncertainty and Growth of the Firm, Small Business Economics.

Ljungdahl G. and Ribbing C.G. (1989), Infrared transmittance of borosilicate based fiber insulations, Sweden Solar Energy Materials, Vol. 19/1-2, pp. 121-130

Lu, J.W., and Beamish P.W., 2001. The internationalisation and performance of SMEs. *Strategic Management Journal*

Moschandreas D.J. (1983), Pollutant and Pollutant concentrations encountered in various indoor environments, *ASHRAE Transactions*, Symposium papers presented at the 1983 Winter meeting, Vol. 89, Part 1B, pp. 451-460.

Mulder, P., 2005. *The Economics of Technology Diffusion and Energy Efficiency. Advances in Ecological Economics.* Edward Elgar, Cheltenham, UK, Northampton, USA.

Pindyck R.S., 2000. Irreversibilities and the timing of Environmental Policy. *Resource and Energy Economics* 22, pp.233-259

Pindyck R.S., 2002. Optimal timing problems in environmental economics. *Journal of Economics Dynamics & Control* 26, pp.1677-1697

Porter M.E., 1985, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* Free Press: New York.

Porter, M.E., 1980, *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors,* The Free Press, New York

Probert S.D. and Giani S. (1976), Thermal Insulants, *Applied Energy*, Vol 2 No. 2, pp. 83-116.

PVC – Manufacture, www.chm.bris.ac.uk

Ramirez C.A, Patel M, Blok K. From fluid milk to milk powder: Energy use and energy efficiency in the European dairy industry, *Energy* 2006; 31: 1984–2004.

Rietbergen , M. and Blok., K. 2000, *The Environmental Performance of Voluntary Agreements on Industrial Energy Efficiency Improvement,* Utrecht University The Netherlands.

Schleich J., 2004. Do Energy Audits help reduce barriers to energy efficiency? An Empirical Analysis for Germany. *Int.J.Energy Technology and Policy* , Vol.2 No.3 pp.226-239

Skuras, D., K. D. Tsekouras., E. Dimara, D. Tzelepis, 2006. The Effects of Regional Capital Subsidies on Firms Productivity Growth. *Journal of Regional Science* 46 (2), pp.353-379.

Slater, S. and Olson, E., 2002, 'A fresh look at industry and market analysis'. Business Horizons.

Smulders, S. and De Nooij, M., 2003, The impact of energy conservation on technology and economic growth, Resource and Energy Economics 25, pp.59-79.

SOLATUBE - The Miracle Skylight, www.solatube.gr, www.solatube.com

Sorrell, S, O'Malley, E. Schjeich, J. and Scott, S., 2004 The Economics of Energy Efficiency. Barriers to Cost-Effective Investment. Edwar Elgar, Cheltenham, UK, Northampton, USA.

Sprengler J.C., Hollowell C., Moschandreas D.H. and Fanger O. (1982), Environmental International indoor air pollution, Pergamon Press.

Tsekouras, K. and Skuras, D. 2005. Productive efficiency and exports: an examination of alternative hypotheses for the Greek cement industry, Applied Economics 37, pp.279–291

Vafai K. and Belwafa J. (1990), An experimental investigation of heat transfer in enclosures filled or partially filled with a fibrous insulation, Transactions of the ASME, Journal of Heat Transfer, Vol. 112/3, pp. 793-797.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

"Ανταγωνιστικότητα", Οδηγός Ενεργειακών Επενδύσεων, Αθήνα 2001.

Αρτίκης Π. Γεώργιος, Χρηματοοικονομική Διοίκηση, Αποφάσεις Επενδύσεων

Αρτίκης Π. Γεώργιος, Χρηματοοικονομική Διοίκηση, Αποφάσεις Χρηματοδοτήσεων

Εφαρμογές ηλιακών συστημάτων στη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων, ΚΑΠΕ, 2000.

“Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Κλωστοϋφαντουργία”, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αμανατίδης Άνθιμος, 2007.

Θερμικά ηλιακά συστήματα(ΘΗΣ) σε βιομηχανικές εφαρμογές, ΚΑΠΕ, 2002.

ΚΑΠΕ, Οδηγός Ενεργειακού Ελέγχου και Καταγραφής στη Βιομηχανία, Αθήνα 1996.

Κάπρος, Ενεργειακή Οικονομία , Ε.Μ.Π.,1998.

Καραμάνος Χ., Θερμική μόνωση μηχανολογικών εγκαταστάσεων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1985.

Κουνέτας Η. Κωνσταντίνος, Το 'Παράδοξο της Ενέργειας' στην Ελληνική Βιομηχανία: Έκταση, Υιοθέτηση Τεχνολογιών Εξοικονόμησης Ενέργειας και Αντιρρύπανσης και Επιδράσεις στην Απόδοση, Αποτελεσματικότητα και Αποδοτικότητα, Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα 2007.

Μπούμπα Κ., Σπανάκη Αρ., Εξοικονόμηση Ενέργειας και Υαλοστάσια Προηγμένης Τεχνολογίας: Ιδιότητες - Χρήση - Εφαρμογές, Διπλωματική εργασία, Α.Π.Θ. 1998.

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρ. Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16-12-2002 "για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων".

Οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρ. Κοινοτήτων της 13-09-93, "για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων".

Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης, Μεθοδολογία και Τεχνικές, ΚΑΠΕ, 2000.

Οδηγός ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής στη βιομηχανία, Καμάρας Γ., ΚΑΠΕ, 1996.

Οδηγός καύσης λεβήτων και κλιβάνων – φούρνων, ΚΑΠΕ, 1996.

Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης, Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, 2000.

Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης, ΚΑΠΕ, 1999.

Παπανικολάου Ν. Γεώργιος, Σύγχρονες Μεθοδολογίες Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογή σε Βιομηχανία Επεξεργασίας Ελασμάτων Σιδήρου. Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ Οκτώβριος 2007.

Πατλιτζιάνας Δ. Κωνσταντίνος, Ενεργειακός Έλεγχος και Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτήρια: Εφαρμογή σε Πολυκατάστημα, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ Αθήνα 2000.

Πέρδιος Σταμάτης, Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων και Βιομηχανιών, Αθήνα 2006.

Πέρδιος Σταμάτης, Οικονομική Αξιολόγηση επεμβάσεων για Εξοικονόμηση Ενέργειας, Αθήνα 2006.

Πέρδιος Σταμάτης, Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΤΟΜΟΣ Α), Αθήνα 2007.

Πέρδιος Σταμάτης, Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΤΟΜΟΣ Β), Αθήνα 2007.

Τεχνικό Επιμελητήριο, Εθνικό Πρόγραμμα Εξοικονόμησης Ενέργειας, 1996.

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА