

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Μεταπτυχιακή Εργασία

**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΡΑΤΟΥ ΚΑΙ
ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ 2020**

υπό

ΑΧΙΛΛΕΑ ΝΤΑΝΤΟ

Μόνιμου Αξιωματικού Στρατού Ξηράς

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Ανδρίτσος, Αναπληρωτής Καθηγητής

2012

© 2012 Αχιλλέας Ντάντος

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της
Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων
του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Νικόλαος Ανδρίτσος
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Τάσος Σταματέλλος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Αναστάσιος Σταμάτης
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νικόλαο Ανδρίτσο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Καθηγητή κκ. Τάσο Σταματέλλο, και Αναπληρωτή Καθηγητή Αναστάσιο Σταμάτη, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Πολλές ευχαριστίες οφείλω στους καθηγητές των 6 μαθημάτων που διδάχθηκα, στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, για την άρτια, άψογη και εμπειριστατωμένη διδασκαλία τους. Ευχαριστώ τους συναδέλφους και συμφοιτητές μου τα δύο (2) χρόνια που διήρκεσε το πρόγραμμα για την συμπαράστασή τους, καθώς και για την υποστήριξη που παρείχαν στο πρόσωπό μου σε ότι χρειάστηκα.

Ευχαριστώ τους φίλους μου για την ηθική υποστήριξή τους, καθώς και την σύζυγό μου Μαρία για την κατανόησή της, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου. Είμαι επίσης ευγνώμων στους γονείς μου Θωμά και Ματίνα για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Αφιερώνω αυτήν την μεταπτυχιακή εργασία στην γυναίκα μου Μαρία και στα παιδιά μου Θωμά και Παναγιώτη.

Αχιλλέας Ντάντος

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΡΑΤΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ 2020

ΑΧΙΛΛΕΑΣ ΝΤΑΝΤΟΣ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, 2012

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Ανδρίτσος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η υπάρχουσα εγκατεστημένη ισχύς (kW), καθώς και η συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (πετρέλαιο, ρεύμα), έξι (6) βασικών κτιρίων ενός στρατοπέδου του Στρατού Ξηράς στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Επιπλέον, προτείνεται η προμήθεια και η τοποθέτηση στα εν λόγω κτίρια, συστημάτων παραγωγής ρεύματος (Φ/Β πάνελ), θέρμανσης (λέβητες βιομάζας), καθώς παραγωγής ζεστού νερού (ηλιακοί θερμοσίφωνες) με σκοπό την μείωση του κόστους λειτουργίας της Μονάδας σε καύσιμο, αλλά και την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Με την παρούσα μελέτη διαφαίνεται ότι ο Στρατός, δύναται, με την παραπάνω επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), να επιτύχει 40% οικονομία σε καύσιμο, καθώς και 64% μείωση εκπομπών CO₂, ενώ μετά από πέντε-έξι έτη μπορεί να αποσβέσει την αρχική επένδυση.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	2
1.3 Οργάνωση Μεταπτυχιακής Εργασίας.....	2

Κεφαλαιο 2 Ενεργειακό Πρόβλημα, Στροφή του Ανθρώπου στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Ευρωπαϊκή και Παγκόσμια Ενεργειακή Πολιτική η Συμμετοχή της Ελλάδας και η Χρήση της Ενέργειας στις Ένοπλες Δυνάμεις.....

2.1 Ενεργειακό Πρόβλημα.....	4
2.2 Ενεργειακή Κρίση.....	7
2.3 Στροφή του Ανθρώπου στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	8
2.4 Κλιματική Αλλαγή.....	10
2.4.1 Φαινόμενο Θερμοκηπίου.....	10
2.4.2 Τρύπα του Όζοντος.....	11
2.5 Διεθνείς Κανονισμοί - Συμφωνίες για το Περιβάλλον	13
2.5.1 Το Πρωτόκολλο του Κιότο.....	13
2.5.2 Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης/23 Απριλίου 2009.....	15
2.6 Αναπτυσσόμενες Τεχνολογίες.....	16
2.7 Δημοσιεύσεις Διεθνών Συγγραμμάτων στο Αντικείμενο των ΑΠΕ.....	17
2.8 Ενεργειακό Σύστημα Ελλάδας.....	19
2.8.1 Ιστορική Αναδρομή.....	19
2.8.2 Παρούσα Κατάσταση.....	20
2.9 Το Ενεργειακό Σύστημα του Ελληνικού Στρατού.....	22
2.9.1 Γενικά.....	22
2.9.2 Κύρια οχήματα.....	23
2.10 Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κτίρια.....	24
2.11 Λύσεις για Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Στρατιωτικές Μονάδες.....	26
2.11.1 Γενικά.....	26

2.11.2 Προτεινόμενες Λύσεις.....	26
2.11.2.1 Εξοικονόμηση Ενέργειας.....	26
2.11.2.2 Παραγωγή Ενέργειας.....	27
2.12 Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Αμερικάνικο Στρατό (USArmy).....	27
2.12.1 Γενικά.....	27
2.12.2 Σχέδια-Στρατηγικές σε Εξέλιξη.....	29
Κεφαλαιο 3 Ανάλυση Της Δομής-Οργάνωσης Καθώς Και Του Ενεργειακού Συστήματος Εικονικού Στρατοπέδου Βασιζόμενη Σε Πραγματικά Στοιχεία.....	35
3.1 Δομή Εικονικής Στρατιωτικής Μονάδας ως προς την γεωγραφία και τον αριθμό - διάταξη των κτιρίων της.....	35
3.1.1 Κτίρια.....	36
3.1.1.1 Διοικητήριο.....	36
3.1.1.2 Λόχος Διοικήσεως.....	38
3.1.1.3 Γραφείο Κινήσεως.....	38
3.1.1.4 Υπόστεγο Συντήρησης.....	38
3.1.1.5 Εστιατόριο-Μαγειρεία.....	39
3.1.1.6 Ιατρεία.....	40
3.2 Μελέτη του Συστήματος Κατανάλωσης Ρεύματος στη Στρατιωτική Μονάδα.....	40
3.2.1 Πραγματική Ετήσια Ενεργειακή Κατανάλωση Στρατοπέδου με 56 Ηλεκτροδοτούμενα Κτίρια.....	40
3.2.2 Εγκατεστημένη Ενεργειακή Ισχύς (kW) στα 6 Βασικά Κτίρια της Μονάδας.....	42
3.2.3 Συνολική Πραγματική Ετήσια Ενεργειακή Κατανάλωση των 6 Παραπάνω Κτιρίων.....	44
3.2.4 Σύγκριση Τιμολογίου ΔΕΗ (56 Κτίρια) και Αναλυτικού Υπολογισμού Ενεργειακής Κατανάλωσης (6 Κτίρια).....	44
3.3 Μελέτη του Συστήματος Θέρμανσης-Κίνησης στη Στρατιωτική Μονάδα.....	45
3.3.1 Σύστημα Θέρμανσης της Μονάδας.....	45
3.3.1.1 Γενικά περί Λεβήτων - Καυστήρων.....	46
3.3.1.1.1 Λέβητας.....	47
3.3.1.1.2 Καυστήρας.....	47
3.3.1.2 Λόχος Διοικήσεως.....	47

3.3.1.3 Διοικητήριο.....	47
3.3.1.4 Υπόστεγο Συντήρησης.....	47
3.3.1.5 Ιατρεία.....	48
3.3.1.6 Ετήσια Κατανάλωση Πετρελαίου στη Μονάδα.....	48
3.3.2 Σύστημα Καυσίμου Κίνησης στην Μονάδα.....	49
3.4 Βασικός Μηχανολογικός-Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός Στρατιωτικής Μονάδας.....	49
3.5 Συμπεράσματα.....	50
3.5.1 Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου (πετρέλαιο-ΔΕΗ) στα 6 κτίρια.....	50
3.5.2 Εκπομπές CO ₂ , λόγω χρήσης πετρελαίου- παροχής ηλεκτρικού ρεύματος από ΔΕΗ στα 6 κτίρια...	50
3.5.2.1 Διοικητήριο.....	50
3.5.2.2 Λόχος Διοικήσεως.....	51
3.5.2.3 Γραφείο Κινήσεως.....	52
3.5.2.4 Υπόστεγο Συντήρησης.....	52
3.5.2.5 Μαγειρεία.....	53
3.5.2.6 Ιατρεία.....	53
3.5.2.7 Συνολικές Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ των 6 Βασικών Κτιρίων.....	54
Κεφάλαιο 4 Παραγωγή Ενέργειας Μέσω Φωτοβολταϊκών Με Σκοπό Την Εξοικονόμηση Ενέργειας.....	55
4.1 Γενικά Περί Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	55
4.2 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	55
4.3 Απόδοση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου.....	57
4.4 Εφαρμογές – κόστος.....	57
4.5 Εφαρμογή στην Στρατιωτική Μονάδα	59
4.5.1 Γενικά περί SMA Sunny Design 2.20.....	59
4.5.1.1 Προβλεπόμενη χρήση.....	59
4.5.1.2 Προϋποθέσεις συστήματος.....	59
4.5.2 Διοικητήριο.....	61
4.5.3 Λόχος Διοικήσεως.....	62
4.5.4 Υπόστεγο Συντήρησης.....	64

4.5.5 Γραφείο Κινήσεως.....	65
4.5.6 Ιατρεία.....	66
4.5.7 Μαγειρεία.....	67
4.6 Συμπεράσματα.....	68
4.6.1 Οικονομικό όφελος.....	69
4.6.2 Μείωση εκπομπών CO ₂ λόγω χρήσης Φ/Β.....	69
4.6.2.1 Διοικητήριο.....	69
4.6.2.2 Λόχος Διοικήσεως.....	70
4.6.2.3 Υπόστεγο Συντήρησης.....	70
4.6.2.4 Γραφείο Κινήσεως.....	71
4.6.2.5 Ιατρεία	72
4.6.2.6 Μαγειρεία.....	72
4.6.2.7 Ετήσια Μείωση Εκπομπών CO ₂ , λόγω χρήσης Φ/Β.....	73
Κεφάλαιο 5 Χρήση Των Δασικών Υπολειμμάτων Για Παραγωγή Βιομάζας Στη Μονάδα Και Υποστήριξη Του Συστήματος Θέρμανσης Της Μονάδας.....	70
5.1 Γενικά.....	74
5.2 Είδη και Προέλευση της Βιομάζας.....	74
5.3 Πρώτη Ύλη.....	76
5.4 Επιλογή Τοποθεσίας της Στρατιωτικής Μονάδας	76
5.5 Επιλεγμένη Λύση για την Στρατιωτική Μονάδα με Επιλογή Λεβήτων BIOMAZΑΣ.....	77
5.5.1 Αντικατάσταση των Λεβήτων Θέρμανσης με Στόχο την Κατανάλωση Βιομάζας.....	76
5.5.2 Συγκριτικοί Πίνακες Λεβήτων Θέρμανσης (Πετρελαίου-Βιομάζας) στα 6 Βασικά Κτίρια.....	79
5.5.2.1 Λόχος Διοικήσεως.....	79
5.5.2.2 Υπόστεγο Συντήρησης.....	79
5.5.2.3 Διοικητήριο.....	79
5.5.2.4 Ιατρεία.....	80
5.5.3 Παραγωγή - Προμήθεια Πρώτης Ύλης Βιομάζας	80
5.5.3.1 Περίπτωση Αγοράς Βιομάζας Από Εγχώριες Βιομηχανίες και Εισαγωγείς.....	80
5.6 Συμπεράσματα.....	81

5.6.1	Απόσβεση λόγω χρήσης λεβήτων βιομάζας.....	81
5.6.2	Μείωση εκπομπών CO ₂ λόγω χρήσης λεβήτων βιομάζας σε 4 βασικά κτίρια.....	81
5.6.2.1	Διοικητήριο	82
5.6.2.2	Λόχος Διοικήσεως.....	82
5.6.2.3	Υπόστεγο συντήρησης.....	82
5.6.2.4	Ιατρεία.....	83
5.6.2.5	Ετήσια Εξοικονόμηση Εκπομπών CO ₂ , λόγω χρήσης λεβήτων βιομάζας	84
5.6.3	Εκπομπές και Υπολογισμός CO ₂	84
 Κεφαλαίο 6 Εξοικονόμηση Ενέργειας – Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων Της Στρατιωτικής Μονάδας.....		86
6.1	Ενεργειακή Απόδοση.....	88
6.2	Απλοί Τρόποι Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	88
6.2.1	Γενικά.....	88
6.2.2	Επιλέγοντας ηλεκτρικές συσκευές με υψηλή ενεργειακή απόδοση.....	88
6.2.3	Επιλογή ηλεκτρονικών συσκευών με πιστοποιημένη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.....	89
6.2.4	Βελτίωση της λειτουργίας των κλιματιστικών και των καυστήρων.....	89
6.2.5	Μείωση των βαθμών στο θερμοστάτη.....	89
6.2.6	Να κλείνουν οι συσκευές από τον κεντρικό διακόπτη.....	89
6.2.7	Επιλογή ηλιακού θερμοσίφωνα.....	89
6.2.8	Εγκατάσταση ανεμιστήρα οροφής.....	89
6.2.9	Λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης.....	89
6.2.10	Θερμομόνωση.....	89
6.2.11	Δημιουργία κατάλληλων συνθηκών.....	90
6.2.12	Κλείσιμο του κλιματιστικού για 10-15 λεπτά κάθε 1 ώρα.....	90
6.3	Πλεονεκτήματα από την Εξοικονόμηση Ενέργειας.....	90
6.4	Εξοικονόμηση Ενέργειας μέσω αλλαγής συστήματος κλιματισμού.....	90
6.4.1	Τεχνολογία Inverter.....	91
6.5.	Εξοικονόμηση Ενέργειας με την χρήση ηλιακών θερμοσίφωνων στη Στρατιωτική Μονάδα.....	91
6.5.1	Γενικά περί Ηλιακών Θερμοσίφωνων.....	91
6.5.1.1	Είδη.....	92

6.5.1.2 Ο ηλιακός θερμοσίφωνας σαν οικολογική συσκευή.....	93
6.5.2 Εφαρμογή στην Στρατιωτική Μονάδα με αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμοσίφωνων σε 2 κτίρια με αντίστοιχους ηλιακούς.....	93
6.5.2.1 Οικονομικό Όφελος.....	93
6.5.2.2 Μείωση Εκπομπών CO ₂ με χρήση ηλιακών.....	94
6.5.2.3 Ετήσιο Συνολικό Κέρδος (εξοικονόμηση € και μείωση εκπομπών CO ₂).....	94
6.6 Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (Διοικητήριο).....	94
6.6.1 Βασικές έννοιες για την κατανόηση του KENAK.....	94
6.6.2 Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου.....	96
6.6.3 Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου.....	96
6.6.4 Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών.....	96
6.6.5 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.....	96
6.6.6 Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	97
6.6.6.1 Αναλυτική Μεθοδολογία.....	97
6.6.6.2 Επανεξέταση.....	97
6.6.6.3. Κλιματικές Ζώνες.....	97
6.6.6.4. Ελάχιστες Απαιτήσεις Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	98
6.6.6.5. Ελάχιστες Προδιαγραφές Κτιρίων	98
6.6.6.6 Θερμική Αντίσταση και Θερμική Αγωγιμότητα.....	99
6.6.6.7 Θερμική Αγωγιμότητα.....	99
6.6.6.8 Παράδειγμα Υπολογισμού Θερμικής Αντίστασης Μέσω της Θερμικής Αγωγιμότητας.....	99
6.6.6.9 Τι είναι ο Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U).....	100
6.6.6.10 Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας (U).....	100
6.6.6.11 Που βρίσκουμε το λ ;.....	101
6.6.6.12 Συντελεστής Θερμοπερατότητας.....	101
6.6.6.13 Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (U _m).....	102
6.6.6.14 Υπολογισμός Μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U _m).....	102
6.6.6.15 Καθορισμός κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.....	103
6.6.7 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ).....	103

6.6.8 Ενεργειακή Επιθεώρηση	104
6.6.8.1 Που αποσκοπεί η Ενεργειακή Επιθεώρηση.....	104
6.6.8.2 Στάδια Ενεργειακής Επιθεώρησης.....	104
6.6.9 Κόστος έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης.....	105
6.6.10 Συστάσεις βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	105
6.7 Έλεγχος Θερμομονωτικής Προστασίας Πραγματικού Κτιρίου Στρατιωτικής Μονάδας (Διοικητήριο).....	106
6.7.1 Γενική Περιγραφή Κτιρίου.....	106
6.7.2 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Δομικών Στοιχείων και Κτιρίου.....	106
6.7.2.1 Κάτοψη Κτιρίου.....	107
6.7.2.2 Υπολογισμός των Συντελεστών Θερμοπερατότητας Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων.....	109
6.7.2.3 Υπολογισμός των Συντελεστών Θερμοπερατότητας Διαφανών Δομικών Στοιχείων.....	115
6.7.2.4 Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m)	117
6.7.2.4.1 Υπολογισμός Θερμογεφυρών Ψ_i	118
6.7.2.4.2 Υπολογισμός A/V Κτιρίου.....	119
6.7.2.5 Υπολογισμός Ενεργούς Θερμοχωρητικότητας K_m η οποία απαιτείται ως δεδομένο για να χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα iSBEM.....	119
6.7.2.5.1 Εξωτερική Τοιχοποιία.....	119
6.7.2.5.2 Οπλισμένο σκυρόδεμα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	120
6.7.2.5.3 Οροφή.....	121
6.8 Εφαρμογή Προγράμματος iSBEM στο Κτίριο της Στρατιωτικής Μονάδας (Διοικητήριο).....	121
6.8.1 Γενικά Περί iSBEM.....	121
6.8.2 Εισαγωγή στο iSBEM.....	121
6.8.3 Σύντομη Περιγραφή παραπάνω 7 υποκατηγοριών.....	122
6.8.4 Εφαρμογή του προγράμματος στο Διοικητήριο της Μονάδας.....	123
6.8.5 Συμπεράσματα.....	137
Κεφάλαιο 7 Αποτελέσματα Της Ενεργειακής Βελτιστοποίησης Ως Προς Την Εξοικονόμηση Ενέργειας Και Ως Προς τους Στόχους του 2020.....	138
7.1 Γενικά.....	138

7.2 Ποσοστό Εξοικονόμησης Ενέργειας με Χρήση Φ/Β - Λεβήτων Βιομάζας και Ηλιακών Θερμοσίφωνων σε 6 Βασικά Κτίρια.....	138
7.2.1 Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου-Φωτισμού (πετρέλαιο-KWh) στα 6 βασικά κτίρια.....	138
7.2.2 Ετήσιο Οικονομικό Όφελος από εξοικονόμηση KWh (ΔΕΗ) - Lt πετρελαίου (ΕΠ) και Ηλιακών Θερμοσίφωνων στα 6 Βασικά Κτίρια.....	138
7.2.3 Συμπέρασμα.....	139
7.3 Ποσοστό Μείωσης Εκπομπών CO₂ στα 6 Βασικά Κτίρια λόγω Χρήσης Φ/Β - Λεβήτων Βιομάζας και Ηλιακών Θερμοσίφωνων.....	139
7.3.1 Ετήσια Εκπομπή CO₂ στα 6 Βασικά Κτίρια λόγω Χρήσης Κατανάλωσης Συμβατικού Ρεύματος – Πετρελαίου.....	139
7.3.2 Ετήσια Μείωση Εκπομπών CO₂ σε 6 Βασικά Κτίρια.....	140
7.3.3 Συμπέρασμα.....	140
7.4 Απόσβεση.....	140
Κεφάλαιο 8 Σύνοψη Μεταπτυχιακής Εργασίας.....	141
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	142

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο

Οι Ένοπλες Δυνάμεις της χώρας αποτελούν μεγάλο και αναπόσπαστο τμήμα της ενεργής ελληνικής κοινωνίας με κύρια αποστολή την υπεράσπιση της εθνικής ανεξαρτησίας και της ακεραιότητας της Ελλάδας, την εξασφάλιση του εθνικού της χώρου και η αποφασιστική τους συμβολή στην επίτευξη των στόχων της πολιτικής της χώρας.

Σε ειρηνική περίοδο οι Ένοπλες Δυνάμεις έχουν ως κύρια έργα:

- ▶ Τη συνεχή επαγρύπνηση για την ασφάλεια του εθνικού χώρου.
- ▶ Τη διατήρηση της υψηλής επιχειρησιακής ετοιμότητας για την αποτροπή και την αποτελεσματική αντιμετώπιση κινδύνων και απειλών, καθώς και την εξασφάλιση δυνατότητας άμεσης αντίδρασης.
- ▶ Τη συνεισφορά στη διεθνή ασφάλεια και ειρήνη.
- ▶ Τη συμβολή σε δραστηριότητες κοινωνικής αρωγής και υποστήριξης των κρατικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών.

Ο Στρατός Ξηράς, ένας από τους 3 κλάδους των Ενόπλων Δυνάμεων και ο πιο πολυπληθής, αριθμεί περί 90000 στελέχη και είναι οργανωμένος σε Σχηματισμούς, Συγκροτήματα και Μονάδες. Η Μονάδα (Τάγμα) είναι γενικά η μικρότερη στρατιωτική μονάδα ικανή ανεξάρτητων επιχειρήσεων. Οι Στρατιωτικές Μονάδες γενικότερα στεγάζονται σε ειδικά διαμορφωμένες εκτάσεις, κοινώς ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΑ τα οποία επεκτείνονται σε ολόκληρη την Ελληνική επικράτεια σε δήμους, πόλεις και χωριά. Τα στρατοπέδα τα οποία δύνανται να περιλαμβάνουν μία ή και περισσότερες μονάδες, χρησιμοποιούν:

- ▶ το δίκτυο της ΔΕΗ για τις ανάγκες ηλεκτροδότησης των κτιρίων,
- ▶ το τοπικό δίκτυο ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ για τις ανάγκες υδροδότησης,
- ▶ πετρέλαιο από Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε, για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και κίνησης οχημάτων, καθώς και φυσικό αέριο.

Η χρέωση των παραπάνω υπηρεσιών γίνεται προς την αρμόδια διεύθυνση του ΓΕΣ, για το σύνολο των στρατοπέδων της χώρας, ο αριθμός των οποίων εκτιμάται ότι ξεπερνά τα 500. Προκύπτει λοιπόν ότι ο Στρατός Ξηράς επιβαρύνεται ετησίως με σημαντικά ποσά που αφορούν στην κατανάλωση ρεύματος, πετρελαίου και νερού. Το μεγαλύτερο ποσό ασφαλώς καταναλώνεται σε ρεύμα και πετρέλαιο που απαιτούνται για την ενεργειακή κάλυψη των στρατοπέδων, επιβαρύνοντας ταυτόχρονα και το περιβάλλον με την έκλυση στην ατμόσφαιρα σημαντικών ποσοτήτων CO₂.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική μελέτη και ανάλυση της ενεργειακής κατανάλωσης ενός τυπικού στρατοπέδου του Στρατού Ξηράς και η δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Η συνεισφορά αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας έγκειται στο γεγονός ότι μελετάται ίσως για πρώτη φορά η χρήση και η κατανάλωση ενέργειας ενός στρατοπέδου και συγχρόνως προτείνονται εναλλακτικές λύσεις με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για την εξοικονόμηση χρημάτων αλλά και τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με σκοπό την προετοιμασία για το 2020 και την υλοποίηση της οδηγίας ΕΚ 28/2009.

1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Κατά την εκτίμηση του συγγραφέα σήμερα δεν υπάρχουν διαθέσιμες μελέτες, ούτε εργασίες στην ανοικτή βιβλιογραφία αναφορικά με την ενεργειακή κατανάλωση στρατοπέδων του Στρατού Ξηράς, την προετοιμασία για το 2020, καθώς και για την ενεργειακή απεξάρτηση σε κάποιο σημαντικό βαθμό από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Σε αυτές περιλαμβάνεται τόσο το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (που είναι εισαγόμενα στη χώρα μας) όσο και η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από λιγνίτη και πετρέλαιο, το τελευταίο στα νησιά της χώρας μας. Η παρούσα εργασία, τηρώντας το στρατιωτικό απόρρητο το οποίο επιβάλλει την διαφύλαξη τυχόν διαρροής στρατιωτικών δεδομένων-διαβαθμισμένων πληροφοριών, δεν περιλαμβάνει φωτογραφίες, ούτε απόρρητα-διαβαθμισμένα στοιχεία από κάποια πραγματική στρατιωτική μονάδα, αλλά σχεδιάστηκε μία εικονική μονάδα με έξι (6) βασικά κτίρια τα οποία απαιτούνται κατ' ελάχιστο για την αυτόνομη λειτουργία μιας στρατιωτικής μονάδας.

Τα δεδομένα τα οποία ελήφθησαν για την παρούσα εργασία, αποτελούν πραγματικά στοιχεία από 6 βασικά κτίρια μιας στρατιωτικής μονάδας στην ευρύτερη περιφέρεια της Θεσσαλίας και δεν είναι διαβαθμισμένα καθώς αφορούν σε κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος και πετρελαίου θέρμανσης.

Η παρούσα εργασία η οποία είναι ίσως πρωτοπόρα στο είδος της, θα ήταν δυνατό να αποτελέσει σημαντικό βοήθημα-εργαλείο για παρόμοιες μελλοντικές εργασίες-μελέτες, καθώς επίσης και να αποτελέσει κίνητρο προς την ιεραρχία ώστε να προγραμματιστεί και ανατεθεί σε κατάλληλους Αξιωματικούς, διπλωματούχους μηχανικούς, η ανάθεση ανάλογων μελετών.

1.3 Οργάνωση Μεταπτυχιακής Εργασίας

Η μεταπτυχιακή αυτή εργασία οργανώνεται σε 5 κύρια κεφάλαια. Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται το ενεργειακό πρόβλημα, η Ευρωπαϊκή και παγκόσμια ενεργειακή πολιτική, η συμμετοχή της Ελλάδας, καθώς και η χρήση της ενέργειας στις Ένοπλες Δυνάμεις.

Το **Κεφάλαιο 3** πραγματεύεται τη δομή-οργάνωση, καθώς και το ενεργειακό σύστημα εικονικού στρατοπέδου του Στρατού Ξηράς βασιζόμενο σε πραγματικά στοιχεία. Παρέχονται επιπλέον, η υπάρχουσα κατανάλωση ενέργειας σε kWh, καθώς και οι εκπομπές CO₂ από τη λειτουργία έξι βασικών κτιρίων του στρατοπέδου.

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζεται η μελέτη παραγωγής ενέργειας στο στρατόπεδο μέσω της τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πάνελ στα έξι κτίρια με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Το **Κεφάλαιο 5** αναφέρεται στη χρήση των δασικών υπολειμμάτων ή άλλης βιομάζας στη στρατιωτική μονάδα, καθώς και η υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης της μονάδας με αντικατάσταση των υπαρχόντων λεβήτων πετρελαίου με αντίστοιχους με λέβητες βιομάζας, στα τέσσερα από τα έξι κτίρια του στρατοπέδου.

Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται γενικοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς επίσης εφαρμόζεται κατάλληλο λογισμικό με την βοήθεια του οποίου υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση του Διοικητηρίου της Στρατιωτικής Μονάδας.

Τα τελικά συμπεράσματα της μεταπτυχιακής εργασίας παρουσιάζονται στο **Κεφάλαιο 7** και ειδικότερα η εξοικονόμηση ενέργειας (kWh), καθώς και η μείωση εκπομπών CO₂ ως προς τους στόχους του 2020.

Κεφάλαιο 2. Το Ενεργειακό Πρόβλημα, η Στροφή του Ανθρώπου στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η Ευρωπαϊκή και Παγκόσμια Ενεργειακή Πολιτική, η Συμμετοχή της Ελλάδας και η χρήση της Ενέργειας στις Ένοπλες Δυνάμεις

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη αναδρομή στην πορεία του ανθρώπου από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα στον τομέα της ενέργειας, οι επιπτώσεις της χρήσης των διαφόρων μορφών ενέργειας στο περιβάλλον, οι Διεθνείς Κανονισμοί και Κοινοτικές Οδηγίες που αφορούν στην διαχείριση των διαφόρων μορφών ενέργειας, καθώς και η υπάρχουσα ενεργειακή κατάσταση της Ελλάδας και του Στρατού.

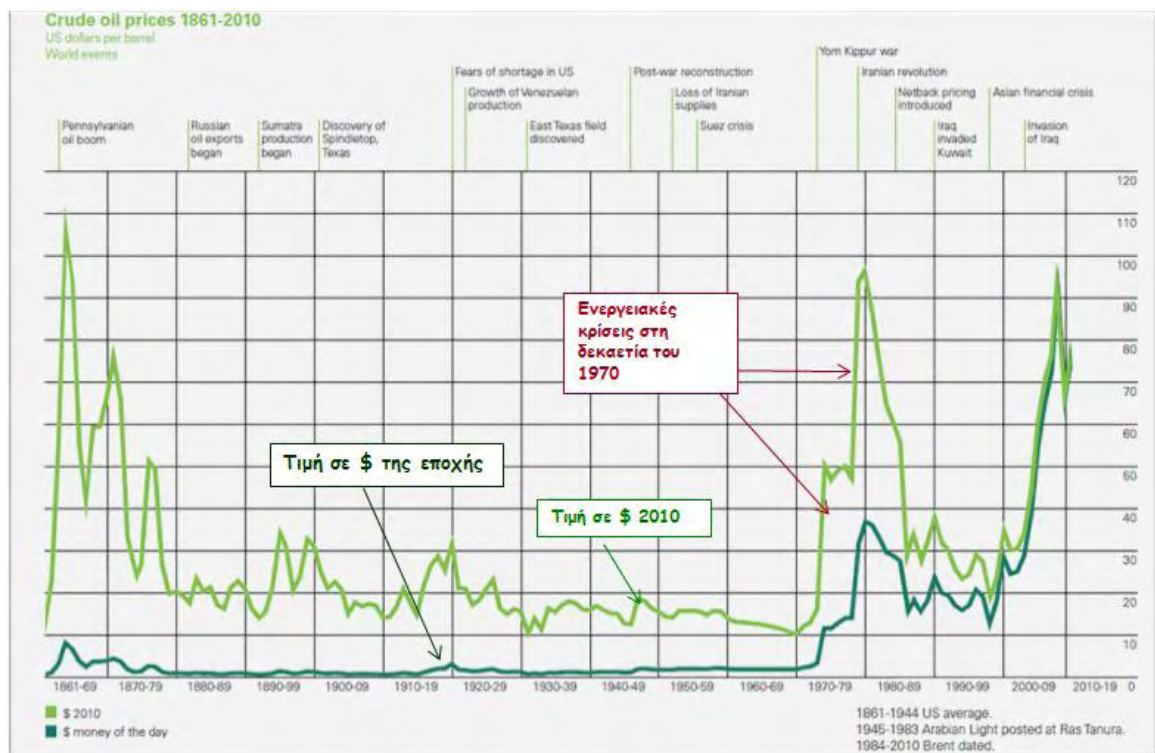
2.1 Ενεργειακό Πρόβλημα

Το «Ενεργειακό Πρόβλημα» στις μέρες μας εμφανίζεται οξύτερο από ποτέ. Η ουσία του ενεργειακού προβλήματος βρίσκεται στην συσχέτιση των ενεργειακών αποθεμάτων που διαρκώς μειώνονται με τις απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας που διαρκώς αυξάνονται.

Είναι αρκετά εύκολο να κατανοήσουμε τι σημαίνει αύξηση της ενέργειας που καταναλώνεται αν αναλογιστούμε το πλήθος των ηλεκτρικών συσκευών που έχουμε σήμερα στο σπίτι μας σε σχέση με τις συσκευές που είχαμε, ας πούμε, πριν 50 χρόνια, ή τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν τώρα στους δρόμους σε σχέση με τότε. Στο ίδιο συμπέρασμα θα καταλήξουμε αν παρατηρήσουμε τις ενεργοβόρες εγκαταστάσεις ενός σύγχρονου κτιρίου (πχ νοσοκομείου με κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού, δίκτυο υπολογιστών, ιατρικό εξοπλισμό) και τις συγκρίνουμε με ένα ανάλογο κτίριο που κατασκευάστηκε πριν μερικές δεκαετίες.

Το «Ενεργειακό Πρόβλημα» διατυπώθηκε αρχικά στις αρχές της δεκαετίας του 50, αλλά συνειδητοποιήθηκε με τραγικό τρόπο με τις **ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970**. Το πρόβλημα μπορεί να τεθεί με μια σειρά ερωτήσεων:

- Αντιμετωπίζουμε εξάντληση των συμβατικών ενεργειακών πόρων;
- Η ενεργειακή τροφοδοσία, αλλά και οι τιμή της ενέργειας, θα μείνουν σταθερές;
- Επηρεάζει την ζωή μας η μεταβολή της τιμής των καυσίμων; Πότε θα τελειώσουν; Ποια άλλη πηγή ενέργειας θα μπορούσε να τα αντικαταστήσει; (Η μεταβολή της τιμής του πετρελαίου σε τρέχουσες και σταθερές τιμές από την πρώτη γεώτρηση στην Πενσυλβάνια μέχρι σήμερα δίνεται στο Σχήμα 2.1)
- Ποιο είναι το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας; Της πυρηνικής σχάσης και, ιδιαίτερα, της πυρηνικής σύντηξης που αποτελεί την ενεργειακή ελπίδα για την ανθρωπότητα;
- Πως εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη παραγωγή ενέργειας χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο το μέλλον της ανθρωπότητας;

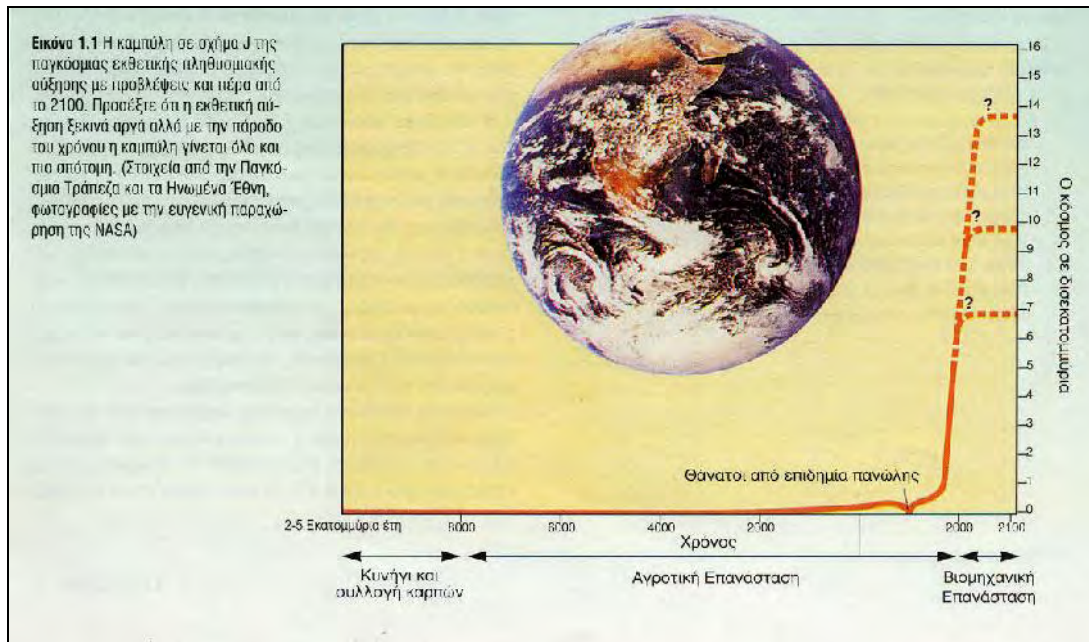


Σχήμα 2.1. Τιμή του αργού πετρελαίου σε δολάρια Η.Π.Α. ανά βαρέλι από το 1861 μέχρι σήμερα (Πηγή: BP report, 2011)

Ο πληθυσμός της Γης σήμερα έχει ξεπεράσει τα 7 δισεκατομμύρια (Πίνακας 2.1 και Σχήμα 2.2.) και προβλέπεται ότι μπορεί να ξεπεράσει τα 10 δισεκατομμύρια σε λιγότερα από 30 χρόνια. Η συντριπτική πλειονότητα των ανθρώπων ζουν σε συνθήκες διαβίωσης που μπορούν να χαρακτηριστούν από μη ικανοποιητικές έως άθλιες. Η μέχρι σήμερα λογική για την ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου βασίσθηκε στην αλόγιστη χρήση μεγάλων ποσοτήτων, σχετικά φθηνών, ενεργειακών πόρων. Οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες σε παγκόσμια κλίμακα έχουν ξεπεράσει το τεράστιο μέγεθος των περίπου 10×10^9 ΤΠΠ και παρά την πρόσκαιρη στασιμότητα στη δεκαετία του 90, λόγω της οικονομικής ύφεσης στις πρώην Ανατολικές χώρες, στα επόμενα έτη προβλέπεται σημαντική αύξηση.

Πίνακας 2.1. Η εξέλιξη του πληθυσμού της γης.

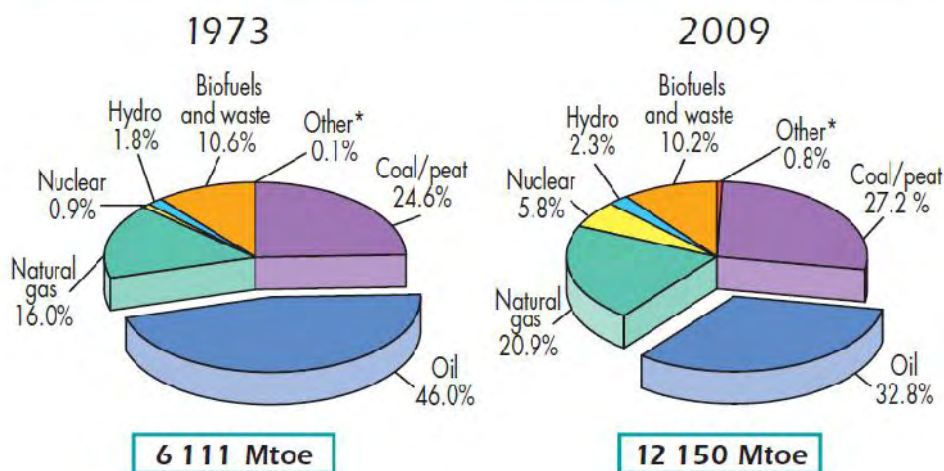
Εκθετική πρόβλεψη:	
1 δισ. κάτοικοι:	100000-2000000 έτη
2 δισ. κάτοικοι:	123 έτη (1927)
3 δισ. κάτοικοι:	33 έτη (1960)
4 δισ. κάτοικοι:	14 έτη (1974)
5 δισ. κάτοικοι:	13 έτη (1987)
6 δισ. κάτοικοι:	12 έτη (1999)
7 δισ. κάτοικοι:	12 έτη (2011)



Σχήμα 2.2. Η αύξηση του πληθυσμού της γης σε σχήμα J με προβλέψεις μέχρι το 2100 (Tyler-Miller, 2000).

Περισσότερο από το 82% των αναγκών της ανθρωπότητας σε ενέργεια το 2009 (Σχήμα 2.3) προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (fossil fuels), δηλαδή γαιανθράκων, αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου. Μερίδιο 6% προέρχεται από τη χρήση πυρηνικής ενέργειας. Αποτέλεσμα της χρήσης των συμβατικών καυσίμων είναι οι τεράστιες ποσότητες CO₂ (καθώς και άλλων ανεπιθύμητων συστατικών) που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα και οι οποίες συνεισφέρουν στο λεγόμενο «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

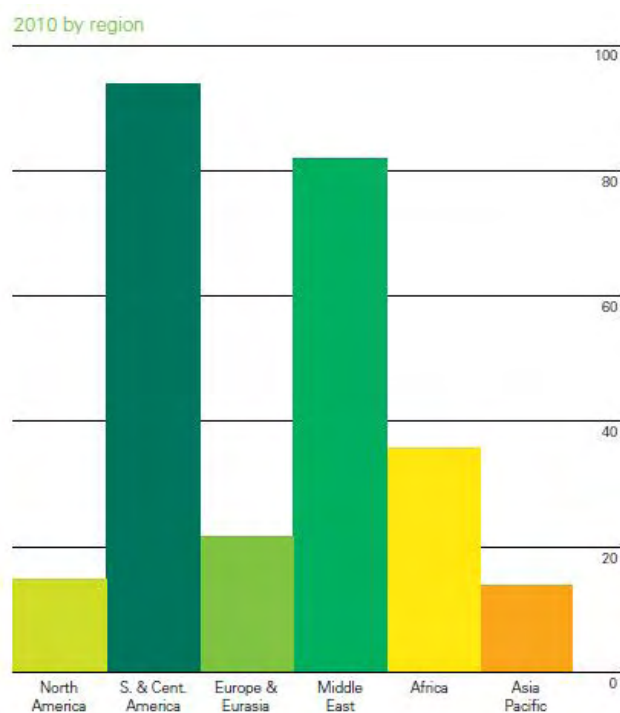
1973 and 2009 fuel shares of TPES



Σχήμα 2.3. Η κατανομή της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας το 1973 και το 2009 (Πηγή: IEA - Key World Energy Statistics 2011).

Μια άλλη διάσταση του προβλήματος αποτελεί η εξαντλησιμότητα των ορυκτών καυσίμων και η μη «δημοκρατική» κατανομή τους: λίγες χώρες διαθέτουν σχεδόν όλα τα

αποθέματα ορυκτών καυσίμων, όπως καταδεικνύεται για πετρέλαιο στο Σχήμα 2.4. Με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης το πετρέλαιο αναμένεται να διαρκέσει μόνο για τα επόμενα 46 χρόνια και το φυσικό αέριο για τα επόμενα 59 χρόνια (στοιχεία BP, 2011).



Σχήμα 2.4. Παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου ανά περιοχή.
(Πηγή: BP Statistical Review of World Energy 2011).

2.2 Ενεργειακή Κρίση

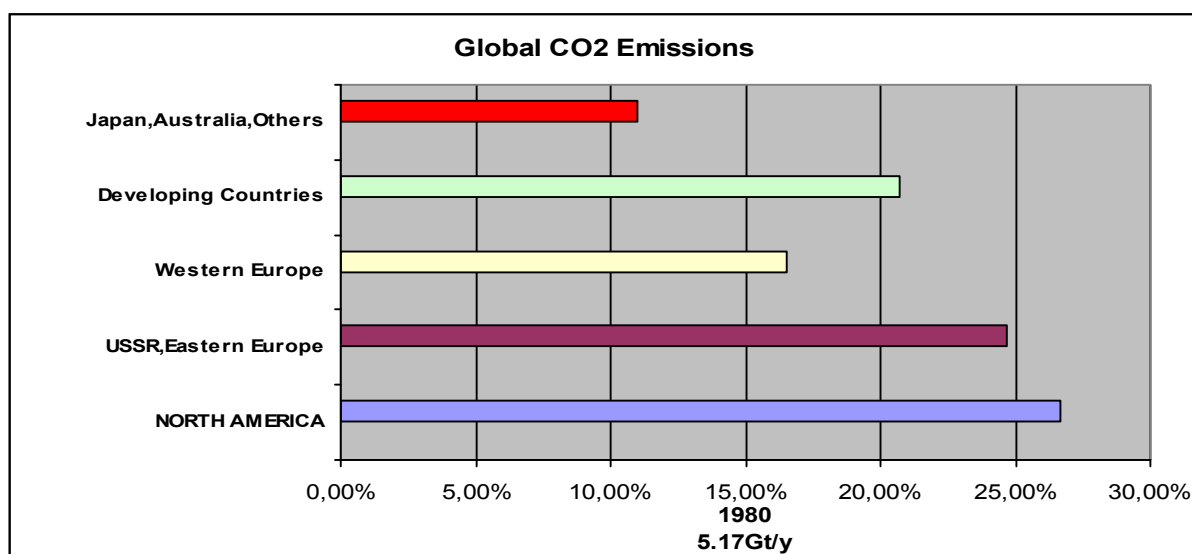
Η Δύση απόλυτα εξαρτημένη από το πετρέλαιο για να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες βίωσε δύο σημαντικές ενεργειακές κρίσεις (δυσχέρεια στην εξεύρεση ενεργειακών πόρων) λόγω του πετρελαϊκού εμπάργκο που της επιβλήθηκε από τον αραβικό κόσμο. Η πρώτη ενεργειακή κρίση δημιουργήθηκε το 1973 με αφορμή τον πόλεμο του Γιομ Κιπούρ, όταν τα αραβικά κράτη επέβαλαν εμπάργκο στην εξαγωγή πετρελαίου στις ευρωπαϊκές χώρες και τις ΗΠΑ. Λίγα χρόνια ακολούθησε η δεύτερη ενεργειακή κρίση, όταν μετά την ιρανική επανάσταση το 1979, η Τεχεράνη σταμάτησε τις εξαγωγές πετρελαίου και οι τιμές του αργού εκτινάχθηκαν στα ύψη. Οι επιπτώσεις και στις δύο πετρελαϊκές κρίσεις ήταν τραγικές, ενώ κυριαρχούσε η εικόνα από τις ουρές στα πρατήρια και τους έρημους αυτοκινητοδρόμους, καθώς δεν υπήρχαν καύσιμα για να κινηθούν τα αυτοκίνητα. Στο Σχήμα 2.1 βλέπουμε τις τιμές του πετρελαίου από 1861-2010, όπου παρουσιάζουν απότομη αύξηση το 1973, και πάλι κατά τη διάρκεια της ενεργειακής κρίσης του 1979. Η ανοικτή πράσινη γραμμή είναι προσαρμοσμένη για τον πληθωρισμό.

2.3 Στροφή του Ανθρώπου στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η δεκαετία του 1980, σηματοδοτεί μία παγκόσμια αναγνώριση της παγκόσμιας θέρμανσης (global warming), ως το πιο σοβαρό περιβαλλοντολογικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης και για το λόγο αυτό η ανθρωπότητα ξεκίνησε προσπάθειες να περιοριστούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, όπως διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄), του διοξειδίου του αζώτου (NO₂), καθώς και των χλωροφθορανθράκων (CFCs). Οι εκπομπές CO₂ ευθύνονταν για το 50% του προβλήματος της παγκόσμιας θέρμανσης αφού προέρχονταν από την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακα, φυσικό αέριο) τα οποία εκείνη την εποχή αποτελούσαν την βάση στήριξης της παγκόσμιας οικονομίας καθώς και του τρόπου ζωής των ανθρώπων. Τα κράτη μέλη του Οργανισμού για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (Organisation for Economic Co-operation and Development) ξεκίνησαν τότε την προσπάθεια μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και κατά συνέπεια την ελάττωση εκπομπών CO₂. Αν και οι ανεπτυγμένες χώρες του δυτικού κόσμου πήραν μέτρα για την αντιμετώπιση του φαινομένου, το πρόβλημα εξακολουθούσε να υπάρχει, κυρίως λόγω της αύξησης των εκπομπών CO₂ από τα αναπτυσσόμενα κράτη, όπως φαίνεται στα σχήματα 2.5 και 2.6, καθώς και στους Πίνακες 2.2 και 2.3.

Πίνακας 2.2 Εκπομπές CO₂ το 1980

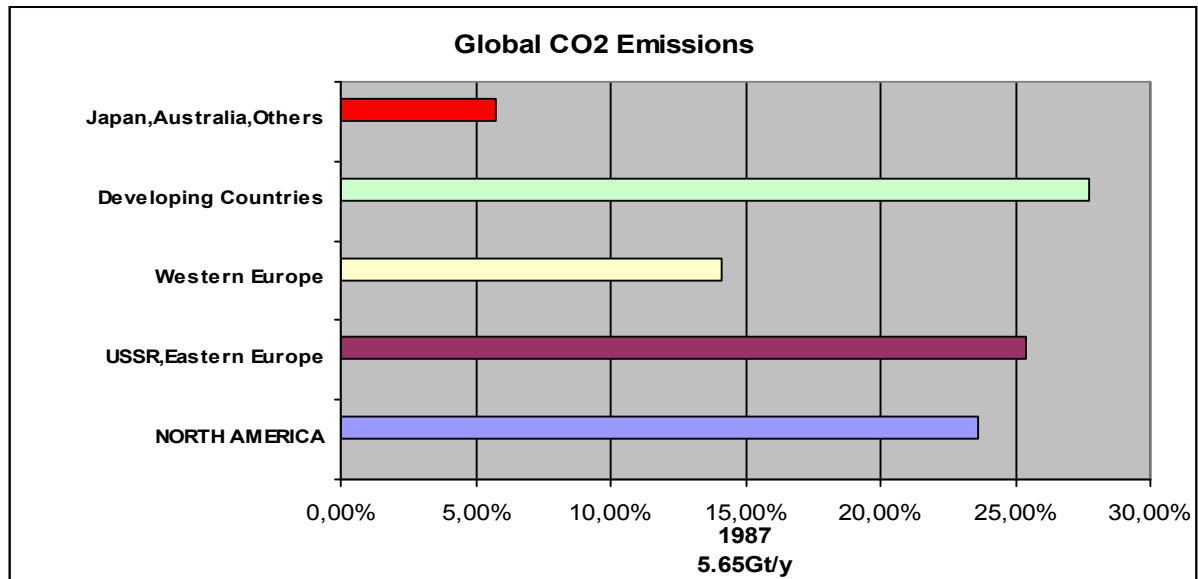
NORTH AMERICA	26,70%
USSR, Eastern Europe	24,70%
Western Europe	16,50%
Developing Countries	20,70%
Japan,Australia,Others	11%



Σχήμα 2.5 Εκπομπές CO₂ το 1980 (Πηγή:Gregory Kats 1990)

Πίνακας 2.3 Εκπομπές CO₂ το 1987

NORTH AMERICA	23,60%
USSR,Eastern Europe	25,40%
Western Europe	14,10%
Developing Countries	27,70%
Japan,Australia,Others	5,7%



Σχήμα 2.6 Εκπομπές CO₂ το 1987 (Πηγή:Gregory Kats 1990)

Η δεκαετία του 80 σηματοδοτήθηκε επίσης και από τον ενδιαφέρον για χρήση της πυρηνικής ενέργειας, για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία δεν παράγει καθόλου CO₂ και δύναται επομένως να καταπολεμήσει την αύξηση της θερμοκασίας του πλανήτη. Ο Διεθνής Οργανισμός για την Ενέργεια ((IEO), παρότρυνε την λειτουργία μερικών χιλιάδων πυρηνικών αντιδραστήρων έως το 2030.Τέλος, στον σχεδιασμό για μείωση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος από τα συμβατικά εργοστάσια παραγωγής με την χρήση ορυκτών καυσίμων, αποφασίστηκε η χρήση εναλλακτικών μορφών παραγωγής ρεύματος, όπως η αιολική, η ηλιακή, καθώς και η ενέργεια προερχόμενη από το έδαφος (γεωθερμία). Παρά όμως τις αποφάσεις που ελήφθησαν και τα μέτρα που εφαρμόστηκαν, η εκπομπή CO₂ και άλλων βλαβερών αερίων συνεχίζουν να αυξάνουν φθάνοντας στις μέρες μας σε επικίνδυνα επίπεδα. Προβλήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων απασχολούν πλέον όλους μας, ενώ η ασφάλεια της ενεργειακής τροφοδοσίας, η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και η αειφόρος ανάπτυξη αποκτούν πρωταρχική σημασία.

Το 2011 οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂, οι οποίες οφείλονται στην καύση ορυκτών καυσίμων, αυξήθηκαν κατά 3,2% φθάνοντας σε ύψη ρεκόρ των 31,3 Gt σύμφωνα με

ανακοίνωση του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEO). Αυτό οφείλεται στη αύξηση των εκπομπών CO₂ της Κίνας (+ 9,3%) και της Ινδίας (+8,7%), αν και η Ευρώπη και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής πέτυχαν μείωση της τάξης -1,9% και -1,7% αντίστοιχα. Σύμφωνα με στοιχεία που δημοσίευσε ο παραπάνω Οργανισμός, για να έχουμε 50% πιθανότητα να περιορίσουμε την υπερθέρμανση του πλανήτη στους 2°C, θα πρέπει να περιορίσουμε τις εκπομπές CO₂ στους 32,6 Gt έως το 2017, δηλαδή μόνο 1 Gt πάω από το επίπεδο εκπομπής το 2011. Αυτό φαίνεται πολύ δύσκολο και θα πρέπει κυρίως οι βιομηχανικές χώρες να αντιδράσουν άμεσα. Στην εικόνα 2.1 βλέπουμε ένα εργοστάσιο παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με καύση κάρβουνου στην πόλη Changchun βορειοανατολικά της Κίνας.



Εικόνα 2.1 Εργοστάσιο Παραγωγής Ηλεκτρισμού στην Κίνα με Καύση Κάρβουνου
(Πηγή: Εφημερίδα 'Le Monde' 27-28 Μαΐ 2012)

2.4 Κλιματική Αλλαγή

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό για την Ενέργεια (IEA), είναι η αλλαγή του κλίματος (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, ακραία καιρικά φαινόμενα κ.λ.π) η οποία οφείλεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η κλιματική αλλαγή συγκαταλέγεται στα περιβαλλοντολογικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, ως αποτέλεσμα κυρίως της χρήσης ορυκτών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας, μαζί με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος.

2.4.1 Φαινόμενο Θερμοκηπίου

Είναι η διαδικασία όπου τα αέρια του θερμοκηπίου (υδρατμός, CO₂, CH₄, CLFC) που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα, απορροφούν και επαναεκπέμπουν θερμότητα η

οποία ακτινοβολείται από την γη, παγιδεύοντας έτσι θερμότητα και αυξάνοντας την θερμοκρασία (σχήμα 2.7). Το εν λόγω φαινόμενο αναφέρεται σε αέρια τα οποία απορροφούν υπέρυθρη ακτινοβολία (θερμότητα).



Σχήμα 2.7 Φαινόμενο Θερμοκηπίου-παγίδευση ακτινοβολία(Πηγή: <http://www.eere.energy.gov>)

Ο Διεθνής Οργανισμός για την Ενέργεια (IEA) συνεχώς ενθαρρύνει τα κράτη μέλη, να αναπτύσσουν ενεργειακές πολιτικές με σκοπό την αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, διατηρεί βάση δεδομένων με την πολιτική των κρατών μελών όσο αφορά στην προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και τα μέτρα που λαμβάνουν για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (Πηγή: <http://www.iea.org/topics/climatechange/>).

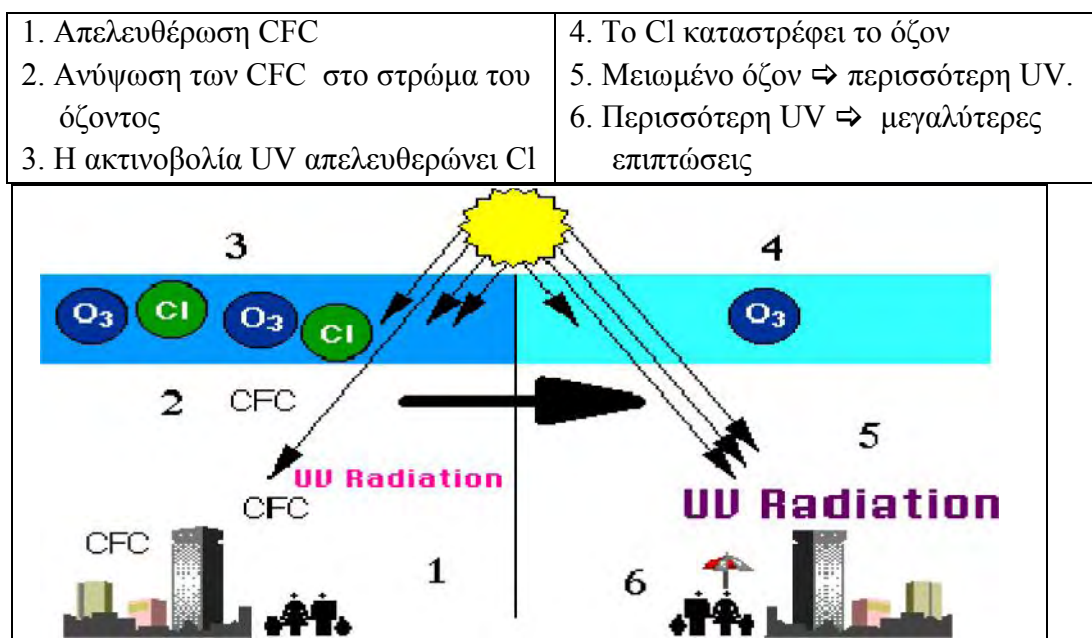
2.4.2 Τρύπα του Όζοντος

Ονομάζεται το πρόβλημα της αραίωσης της προστατευτικής στιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος (αλλοτροπική μορφή του οξυγόνου, τριατομικό οξυγόνο O_3), στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας της Γης πάνω από την Ανταρκτική. Πρόσφατα οι επιστήμονες εντόπισαν μία τεραστίων διαστάσεων **τρύπα στο στρώμα του όζοντος** πάνω από την Αρκτική (εικόνα 2.2) τη μεγαλύτερη καταγεγραμμένη στο Βόρειο Ημισφαίριο. Όπως αναφέρεται σε σχετική έκθεση, το φαινόμενο έλαβε χώρα σε πολύ **σύντομο χρονικό διάστημα** και δεν προκλήθηκε από ανθρώπινη δραστηριότητα. Λόγω του ότι το όζον **προστατεύει** από την ηλιακή ακτινοβολία, απορροφώντας σημαντικό τμήμα της υπεριώδους, η δημιουργία της τρύπας του όζοντος έχει αρνητικά

αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης **αυξάνει την θερμοκρασία** στον πλανήτη και βοηθάει αρνητικά στο λιώσιμο των πάγων. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται πως δημιουργήθηκε από υπερβολική χρήση χλωριοφθορανθράκων (CFC) που χρησιμοποιούνταν σε κλιματιστικά και γενικά σε ψυκτικές συσκευές (Σχήμα 2.8). Στην επέκταση του επίσης συμβάλλουν τόσο τα καυσαέρια (από την κυκλοφορία των οχημάτων) όσο και τα αέρια απόβλητα των εργοστασίων.



Εικόνα 2.2 Τρύπα Στο Στρώμα Του Όζοντος Πάνω Από Την Αρκτική (Πηγή: econwes.gr)



Σχήμα 2.8. Σχηματική παράσταση της διεργασίας καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος (Πηγή :<http://www.epa.gov/ozone/science/process.html>)

2.5 Διεθνείς Κανονισμοί - Συμφωνίες για το Περιβάλλον

2.5.1 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

Κεντρικός άξονας του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών **να μειώσουν τις εκπομπές έξι (6) αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990**(Σχήμα 2.9)



Σχήμα 2.9 Παγκόσμιος χάρτης συμμετέχοντων κρατών στο Πρωτόκολλο του Κιότο τον Φεβρουάριο του 2012. Το πράσινο δείχνει τις χώρες που επικύρωσαν την συνθήκη (Πηγή: <http://www.greenpeace.org/greece/Global/greece/report/2006/9/32551.pdf>)

ΕΥΕΛΙΚΤΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

Μία χώρα μπορεί να πετύχει τους στόχους που της ορίζει το Πρωτόκολλο είτε μειώνοντας τις εκπομπές της, είτε, εναλλακτικά, χρησιμοποιώντας παράλληλα και κάποιους από τους λεγόμενους “ευέλικτους μηχανισμούς” που διαθέτει το Πρωτόκολλο. Συνοπτικά, οι μηχανισμοί αυτοί είναι οι εξής τρεις:

► Εμπορία εκπομπών

Μία βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα που έχει μειώσει τις εκπομπές της πέραν των αρχικών στόχων που προβλέπει το Πρωτόκολλο, μπορεί να “πουλήσει” αυτή την επιπλέον μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να πετύχει το στόχο της.

► Δημιουργία ενός “Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης”

Ο τελικός στόχος αυτού του μηχανισμού είναι οι αναπτυσσόμενες χώρες να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, μια βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα, αντί να μειώσει τις δικές της εκπομπές, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών σε κάποια φτωχότερη χώρα όπου η μείωση αυτή είναι ευκολότερη και φθηνότερη.

■ Από κοινού υλοποίηση

Παρεμφερές εργαλείο με τον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης. Σε αντίθεση όμως μ' αυτόν αφορά όχι τις αναπτυσσόμενες χώρες, αλλά μόνο εκείνες που έχουν δεσμευτεί σε μειώσεις μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο (όπως π.χ. οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης). Αν και ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Η μη τήρηση των στόχων θα έχει οδυνηρές συνέπειες για τις χώρες, αφού σε μία τέτοια περίπτωση **προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα**. Γι' αυτό και είναι επιτακτική η ανάγκη να προωθηθούν μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ταχεία ανάπτυξη των καθαρών πηγών ενέργειας και εν τέλει στη μείωση των επικίνδυνων αερίων που αποσταθεροποιούν την ατμόσφαιρα της Γης και πυροδοτούν τις κλιματικές αλλαγές. Οι επιμέρους στόχοι παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4

Πίνακας 2.4 Καταμερισμός Υποχρεώσεων Μείωσης των Εκπομπών στο Εσωτερικό της ΕΕ

(Πηγή: <http://www.greenpeace.org/greece/Global/greece/report/2006/9/32551.pdf>)

ΚΡΑΤΗ ΜΕΛΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Λουξεμβούργο	-28%
Γερμανία, Δανία	-21%
Αυστρία	-13%
Βρετανία	-12,5%
Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	-8%
Βέλγιο	-7,5%
Ιταλία	-6,5%
Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία	-6%
Γαλλία, Φινλανδία	0%
Σουηδία	+4%
Ιρλανδία	+13%
Ισπανία	+15%
ΕΛΛΑΔΑ	+25%
Πορτογαλία	+27%

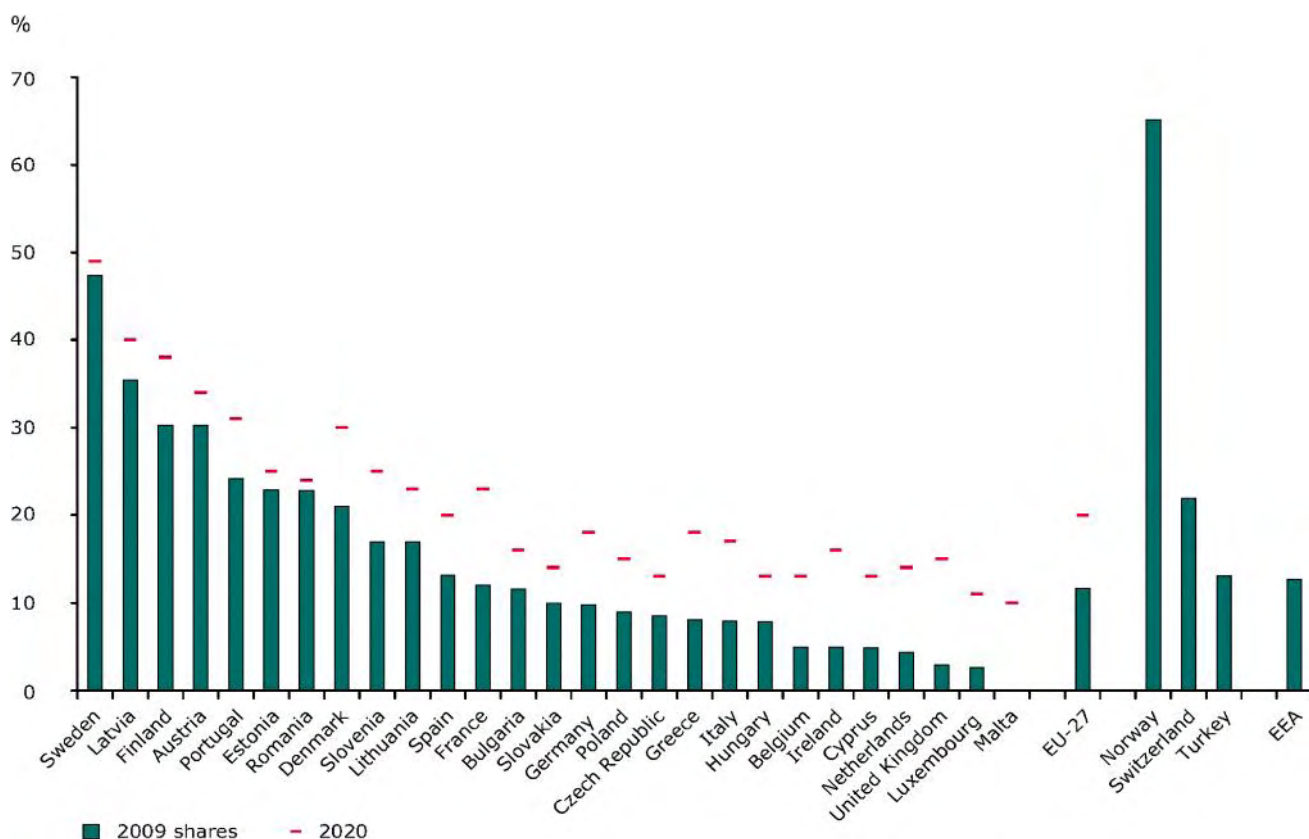
2.5.2 Οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης/23 Απριλίου 2009

Αφορά στην προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK. Η παρούσα οδηγία θεσπίζει κοινό πλαίσιο για την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Θέτει υποχρεωτικούς εθνικούς στόχους για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές (Σχήμα 2.10). Καθορίζει κανόνες για τη στατιστική μεταβίβαση μεταξύ κρατών μελών, για κοινά έργα μεταξύ κρατών μελών και με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την κατάρτιση και την πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Καθιερώνει κριτήρια αειφορίας του περιβάλλοντος για τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά.

Ειδικότερα καθορίζονται τα παρακάτω:

- Το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της Κοινότητας πρέπει το 2020 να ανέρχεται σε τουλάχιστον 20 %.
- Τουλάχιστον 10% συμμετοχή των ΑΠΕ στις μεταφορές.
- Ελλάδα: 18% σύμφωνα με τη οδηγία, 20% σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο
- Τα κράτη μέλη όφειλαν να έχουν αρχίσει από τις 5 Δεκεμβρίου 2010 να εφαρμόζουν την οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Ελλάδα δεν έχει ακόμη ενσωματώσει την εν λόγω οδηγία στο εθνικό δίκαιο, ούτε εφαρμόζει τις διατάξεις της.

(Πηγή: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=E-2011-008801&language=EL>)



Σχήμα 2.10 Μερίδιο στην Κατανάλωση Ενέργειας από ΑΠΕ έως το 2020

(Πηγή: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/share-of-renewable-energy-to-5>)

2.6 Αναπτυσσόμενες Τεχνολογίες

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) όπως η αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική, γεωθεμική, και η ενέργεια από βιομάζα, συνιστούν ουσιαστική εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα. Η χρήση τους επιτρέπει όχι μόνο να μειωθούν οι εκπομπές αερίων που προξενούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα οποία προέρχονται από την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας, αλλά και τη μείωση της εξάρτησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο).

[Πηγή: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/index_el.htm].

Μεγάλη σημασία έχει δοθεί στην ανάπτυξη σύγχρονων υποδομών με την χρήση ΑΠΕ όπως νερό, αέρας, ήλιος [στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία αναφέρονται ως wind, water, sun (WWS)], για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση. Γενικώς ένα σύγχρονο σύστημα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος WWS πρέπει να ανταποκρίνεται και να λειτουργεί επαρκώς, σε οποιαδήποτε διακύμανση του ηλεκτρικού ρεύματος συμβεί σε χρόνο δευτερολέπτου, λεπτού, ώρας, μήνα ή και χρόνου. Το υπάρχον ηλεκτρικό σύστημα αντιμετωπίζει δύο προκλήσεις:

- Οι απαιτήσεις ηλεκτρικής ισχύος (energy power) ποικίλουν κατά την διάρκεια της ημέρας, της εποχής ή και το χρόνο (αύξηση ή μείωση) ενώ οι χρήσεις πρωτογενών υλών για την παραγωγή ρεύματος (κάρβουνο, πυρηνική ενέργεια, γεωθερμία) παραμένει σταθερή.

- Η τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί ανά πάσα στιγμή να διακοπεί, λόγω ακραίων και απρόβλεπτων γεγονότων ή ακόμη και λόγω απρογραμματίστης συντήρησης.

Το προτεινόμενο WWS σύστημα παροχής ρεύματος, παρέχει πιο αξιόπιστες υπηρεσίες από το υπάρχον σύστημα καθότι από σχετικές μελέτες διαπιστώθηκε ότι στις ΗΠΑ, από το 2000 έως 2004 τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με χρήση κάρβουνου παρέμειναν κλειστά (was down) κατά μέσο όρο 6.5% σε 1 χρόνο, λόγω απρογραμματίστης συντήρησης και 6% σε 1 χρόνο λόγω προγραμματισμένης συντήρησης, ενώ οι τεχνολογίες του WWS συστήματος όπως σύγχρονες ανεμογεννήτριες (wind turbine) δεν λειτούργησαν σε ποσοστό 0-2% σε χερσαίο έδαφος και σε ποσοστό 0-5% στη θάλασσα. Παρόμοιες σύγχρονες τεχνολογίες που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια αναμένεται να μην λειτουργούν σε ποσοστό κατά μέσο όρο 1%.

Για την αξιολόγηση ενός αναπτυσσόμενου συστήματος WWS, σημείο κλειδί είναι το συνολικό κόστος ανάπτυξης τέτοιων σύγχρονων συστημάτων, τα οποία περιλαμβάνει κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας, συντήρησης κ.λ.π. Στον Πίνακα 2.5 φαίνεται το τρέχων (2005-2010), καθώς και μελλοντικό (2020 και μετά) κόστος κιλωατώρας παραγωγής ρεύματος στις ΗΠΑ με σύγχρονο σύστημα WWS, συγκρίνοντας με τις συμβατικές πηγές παραγωγής ρεύματος όπως τα ορυκτά καύσιμα.

Πίνακας 2.5 Ετήσιο Κατ' Εκτίμηση Κόστος Παραγωγής Ενέργειας από Πηγή WWS (Πηγή: Delucchi and Jacobson, 2011)

ENERGY TECHNOLOGY	Annualized cost ~ 2007\$/kWh-delivered	
	Present (2005-2010)	Future (2020+)
Wind onshore	0,04-0,07\$	≤0,04\$
Wind offshore	0,10-0,17\$	0,08-0,13\$
Wave	≥0,11\$	0,04\$
Geothermal	0,04-0,07\$	0,04-0,07\$
Hydroelectric	0,04\$	0,04\$
CSP	0,11-0,15\$	0,08\$
Solar PV	>0,20\$	0,10\$
Tidal	>0,11\$	0,05-0,07\$
Conventional(fossil) generation in USA	0,07\$	0,08\$

2.7 Δημοσιεύσεις Διεθνών Συγγραμμάτων στο Αντικείμενο των ΑΠΕ

Οι ανανώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν αποτελέσει το αντικείμενο μελέτης και έρευνας σε πολλές χώρες της Ευρώπης την τελευταία δεκαετία και εμπεριέχονται σε χιλιάδες τεχνικά και επιστημονικά βιβλία και εγχειρίδια. Επί του θέματος, οι Luz Romo-

Fernández, Christina Lopez-Pujalte and Felix Moya-Anegon (2011) δημοσίευσαν μία ενδιαφέρουσα ανασκόπηση της επιστημονικής έρευνας που αναπτύχθηκε στην Ευρώπη την περίοδο 2002-2007 στο αντικείμενο των ΑΠΕ Σύμφωνα με τες παραπάνω, η τεχνική βιβλιογραφία σε αυτό το θέμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες:

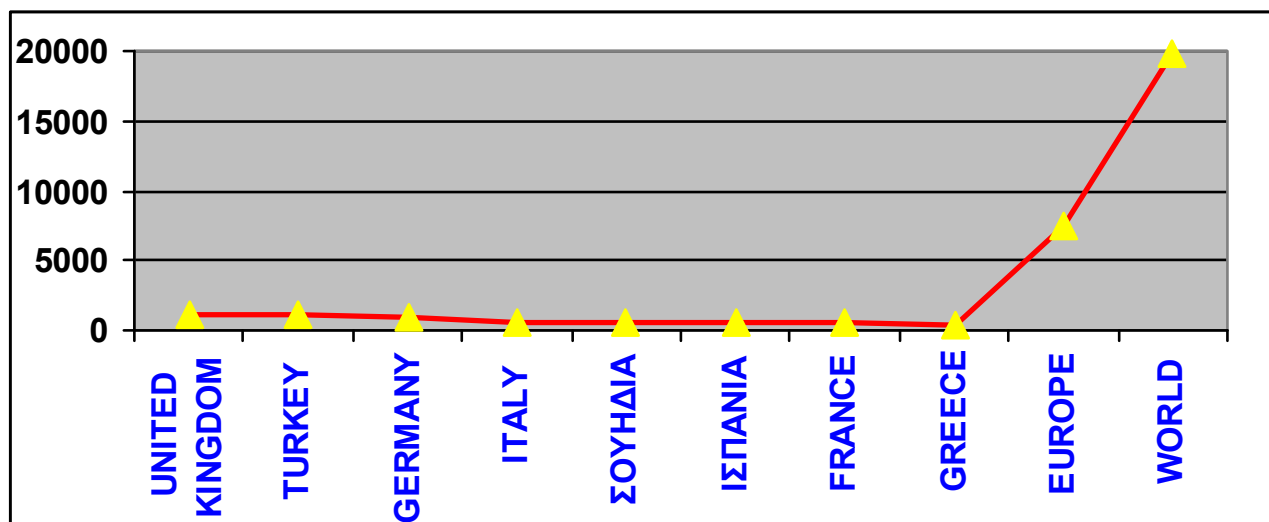
■ Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα άρθρα με κύριο αντικείμενο έρευνας “Renewable Energy, Sustainability and the Environment” και τα οποία δημοσιεύθηκαν στην βιβλιογραφική βάση δεδομένων **Scopus** του Elsevier.

■ Η δεύτερη ομάδα, με τίτλο “Additional Items”, περιλαμβάνει τα άρθρα που δεν βρίσκονται στο πρώτη ομάδα και έχουν ως αντικείμενα έρευνας παρόμοια με αυτά της πρώτης ομάδας.

Την περίοδο 2002-2007 παρήχθησαν συνολικά 8237 άρθρα που ανήκουν στην 1^η Ομάδα και 2086 άρθρα που ανήκουν στη 2^η Ομάδα. Δηλ. συνολικά 10323 “documents”. Στον πίνακα 2.6 βλέπουμε την εξέλιξη παραγωγής κύριων άρθρων για τις ΑΠΕ για την περίοδο 2002-2007, για ορισμένα κράτη της Ευρώπης, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας. Γίνεται επίσης σύγκριση της Ευρωπαϊκής Παραγωγής (22 κράτη) μαζί με την παγκόσμια παραγωγή. **Η χώρα μας για την εν λόγω χρονική περίοδο βρίσκεται στην 8^η θέση μεταξύ 22 κρατών της Ευρώπης με 459 άρθρα (Σχήμα 2.11).**

Πίνακας 2.6 (Πηγή: Romo-Fernández et al, 2011)

YEAR NATION	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
	PRODUCTION (articles, reviews, papers)						
UNITED KINGDOM	133	136	177	174	224	299	1143
TURKEY	72	123	165	180	265	291	1096
GERMANY	155	128	126	129	177	162	877
ITALY	66	91	88	89	125	152	611
ΣΟΥΗΔΙΑ	65	73	104	111	137	117	607
ΙΣΠΑΝΙΑ	56	58	78	120	144	128	584
FRANCE	75	66	60	77	102	115	495
GREECE	43	62	53	59	116	126	459
EUROPE	888	935	1076	1221	1653	1802	7557
WORLD	2199	2552	2797	3158	4260	4795	19761



Σχήμα 2.11 Παραγωγή άρθρων για ΑΠΕ στη Ευρώπη για χρονική περίοδο 2002-2007

(Πηγή: Romo-Fernández et al (2011))

2.8 Ενεργειακό Σύστημα Ελλάδας

2.8.1 Ιστορική Αναδρομή

Το 1889 φτάνει το "ηλεκτρικό" στην Ελλάδα. Η Γενική Εταιρεία Εργοληψιών, κατασκευάζει στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο ιστορικό κέντρο της Πρωτεύουσας. Τον ίδιο χρόνο η τουρκοκρατούμενη Θεσσαλονίκη θα δει κι αυτή το ηλεκτρικό φως, καθώς η Βελγική Εταιρία αναλαμβάνει απ' τις Τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροχιοδρόμηση της Πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Δέκα χρόνια αργότερα οι πολυεθνικές εταιρίες ηλεκτρισμού κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα. Η αμερικανική εταιρία Thomson - Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας θα ιδρύσει την Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρία που θα αναλάβει την ηλεκτροδότηση κι άλλων μεγάλων Ελληνικών πόλεων.

Μέχρι το 1929 θα ηλεκτροδοτηθούν 250 πόλεις με πληθυσμό πάνω από 5.000 κατοίκους. Στις πιο απόμακρες περιοχές, που ήταν ασύμφορο για τις μεγάλες εταιρίες να κατασκευάσουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, την ηλεκτροδότηση αναλαμβάνουν ιδιώτες ή δημοτικές και κοινοτικές αρχές κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια. Το 1950 υπήρχαν στη Ελλάδα 400 περίπου εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιούσαν ήταν το πετρέλαιο και ο γαιάνθρακας που φυσικά εισάγονταν από το εξωτερικό. Η κατάτμηση αυτή της παραγωγής, σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, εξωθούσε την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος στα ύψη (τριπλάσιες ή

και πενταπλάσιες τιμές απ' αυτές που ίσχυαν στις Ευρωπαϊκές χώρες). Το ηλεκτρικό λοιπόν ήταν ένα πολυτελείας αγαθό, αν και τις περισσότερες φορές παρεχόταν με ωράριο και οι ξαφνικές διακοπές ήταν σύνηθες φαινόμενο. Το 1956, αποφασίστηκε η εξαγορά όλων των ιδιωτικών και δημοτικών επιχειρήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να υπάρχει ένας ενιαίος φορέας διαχείρισης. Σ' όλα αυτά τα χρόνια της παρουσίας της, αγωνίστηκε και πέτυχε την ενεργειακή αυτονομία της χώρας και έφερε σε πέρας το σπουδαίο έργο του εξηλεκτισμού της δημιουργώντας ταυτόχρονα το μεγαλύτερο μέρος της βαριάς ελληνικής βιομηχανίας.

Το ηλεκτρικό ρεύμα έφτασε με επάρκεια σε κάθε άκρη της ελληνικής γης. Από τα μικρά ακριτικά νησιά μας ως τους πιο απόμακρους οικισμούς της ορεινής Ελλάδας.

2.8.2 Παρούσα Κατάσταση

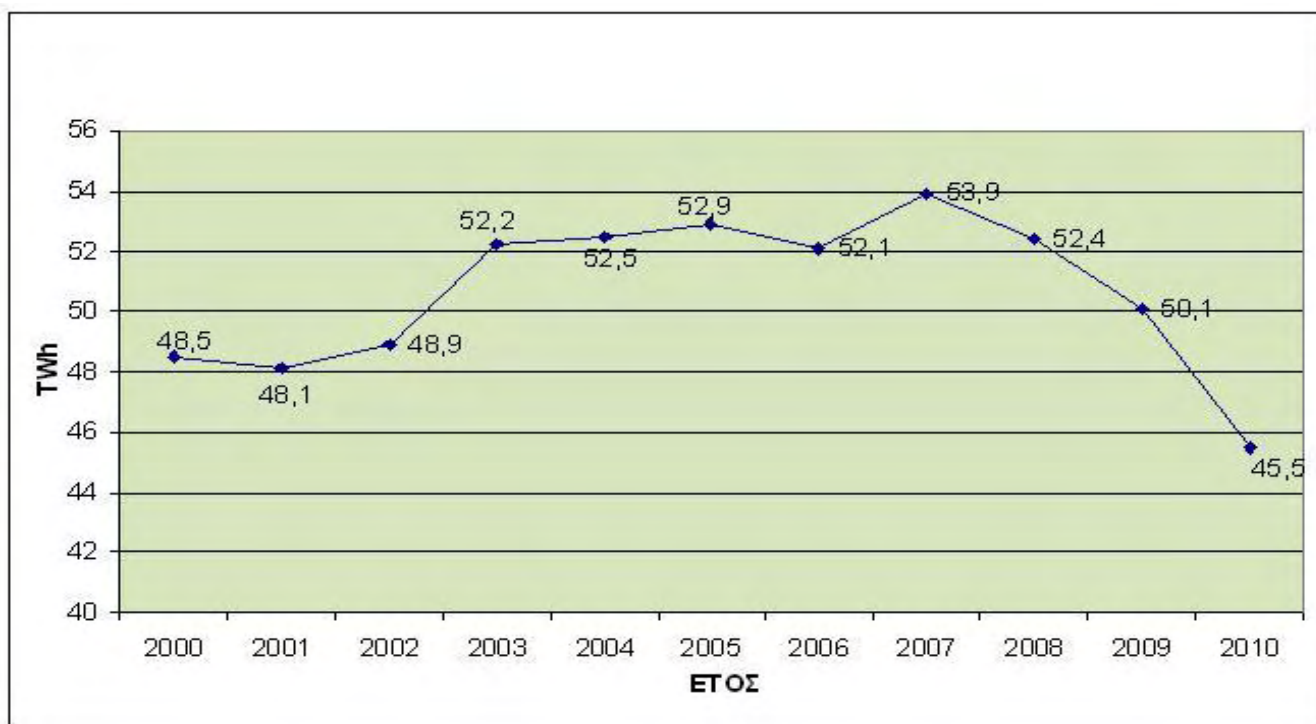
Η ΔΕΗ Α.Ε. ιδρύθηκε πριν από 60 χρόνια, το 1950, ενώ από 12.12.2001 έχει εισαχθεί στα Χρηματιστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου. Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. είναι η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, με περισσότερους από 7,5 εκατομμύρια πελάτες. Έχει στην ιδιοκτησία της το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τα δίκτυα Διανομής. Η ΔΕΗ διαθέτει πολύ μεγάλη υποδομή σε εγκαταστάσεις ορυχείων λιγνίτη, παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι επίσης, μια από τις μεγαλύτερες βιομηχανικές επιχειρήσεις ως προς τα πάγια ενεργητικά της στοιχεία, ενώ κατέχει ηγετική θέση ως εταιρία κοινής ωφέλειας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.



Εικόνα 2.3 Η ατμοηλεκτρική μονάδα της ΔΕΗ στον Άγιο Δημήτριο Κοζάνης

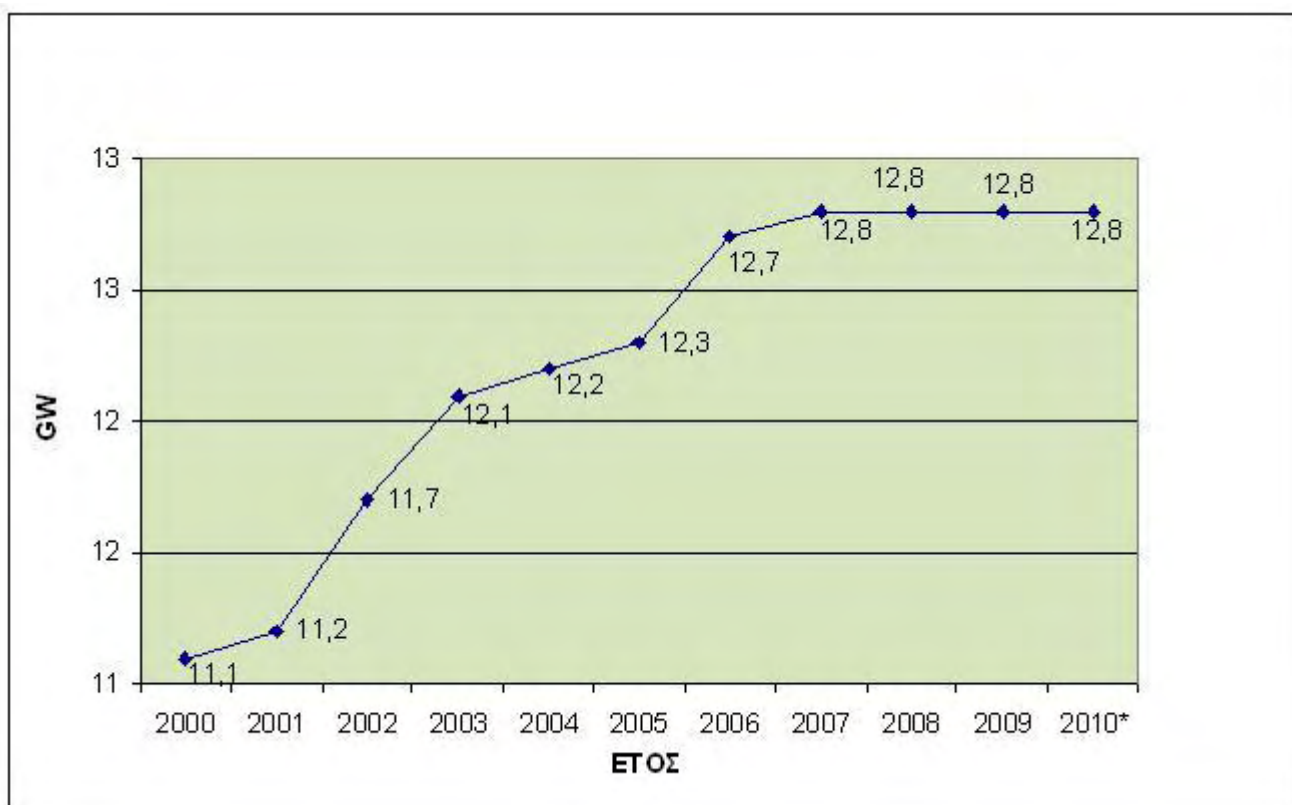
Μεγάλα κοιτάσματα λιγνίτη υπάρχουν στην Ελλάδα στις εξής περιοχές: Αλιβέρι, Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη, Δράμα, Ελασσόνα, Φλώρινα. Η ΔΕΗ δημιούργησε λιγνιτικά κέντρα και σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στο Αλιβέρι Ευβοίας το 1952, στην Πτολεμαΐδα Κοζάνης το 1957, στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας το 1970, καθώς και στον Άγιο Δημήτριο Κοζάνης (Εικόνα 2.3). Αναξιοποίητα παραμένουν ακόμα τα μεγάλα κοιτάσματα στην Ελασσόνα και στη Δράμα, ενώ το λιγνιτικό κέντρο Αλιβερίου δε λειτουργεί πλέον.

Η παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας σε TWh τη περίοδο 2000-2010 φαίνεται στο Σχήμα 2.12. Η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων παραγωγής της ΔΕΗ το 2009 ανήλθε σε 12.800 MW, καλύπτοντας το 84% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της χώρας (Σχήμα 2.13). Ο κύκλος εργασιών του Ομίλου ΔΕΗ κατά το 2010 ανήλθε σε 5.811 εκατ. ευρώ και τα μετά από φόρους κέρδη στα 557 εκατ. ευρώ. Στα τέλη του 2010, οι εργαζόμενοι στη ΔΕΗ ήταν περισσότεροι από 21.800. Μέσω της "ΔΕΗ Ανανεώσιμες", 100% θυγατρικής εταιρίας της ΔΕΗ, με εγκατεστημένη ισχύ 123 MW, με χαρτοφυλάκιο έργων υπό ανάπτυξη ισχύος 150W και ένα σημαντικό αριθμό νέων έργων, ο Όμιλος της ΔΕΗ στοχεύει να κατακτήσει την ηγετική θέση στο χώρο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα μέσω της ανάπτυξης έργων ισχύος άνω 1.000 MW και με συνολικές επενδύσεις ύψους άνω των 2 δις. ευρώ συνολικά έως το 2015. .



Σχήμα 2.12 Παραγωγή Η/Ε (TWh)

(Πηγή: <http://www.dei.gr/ECOrganization.aspx?id=2610&nt=101&lang=1>)



Σχήμα 2.13 Εγκατεστημένη Ισχύς (GW)

(Πηγή: <http://www.dei.gr/ECOrganization.aspx?id=2610&nt=101&lang=1>)

2.9 Το Ενεργειακό Σύστημα του Ελληνικού Στρατού

2.9.1 Γενικά

Η ΔΕΗ καλύπτει τις ηλεκτρικές ανάγκες στρατοπέδων (φωτισμός, ψύξη, θέρμανση, ζεστό νερό), ενώ το πετρέλαιο (DIESEL) χρησιμοποιείται για τις ανάγκες κίνησης οχημάτων-μηχανημάτων, καθώς και θέρμανσης προσωπικού. Ο Στρατός Ξηράς βρίσκεται πίσω τεχνολογικά σε πολλούς τομείς, ενώ η χρήση-εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) βρίσκεται σε μηδενική βάση.

Οι εγκαταστάσεις στρατωνισμού προσωπικού και μέσων στις περισσότερες Μονάδες είναι παλαιές και με την σημερινή δύσκολη δημοσιονομική κατάσταση της χώρας είναι πολύ δύσκολο να αναβαθμιστούν, π.χ. με τη χρήση ΑΠΕ για την απεξάρτηση από την ΔΕΗ. Επιπλέον πρέπει να τονιστεί ότι όπως σε κάθε δημόσιο Οργανισμό - Κτίριο έτσι και στον Στρατό, παρατηρείται έλλειψη εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης για «οικονομία» στην χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος κατά την διάρκεια της εργασίας τόσο από τους δημοσίους υπαλλήλους όσο και από το στρατιωτικό προσωπικό.

Ο Στρατός Ξηράς διαθέτει πλήθος Μονάδων και Στρατοπέδων σε όλη την Ελληνική Επικράτεια, (ξεπερνά σε αριθμό τα 500) καθ'ένα από τα οποία έχει διαφορετικό πλήθος κτιρίων, καθώς και οχημάτων. Για απλούστευση των διαδικασιών υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης των εν λόγω κτιρίων και παρουσίαση προτεινόμενων λύσεων, λαμβάνουμε υπόψη **τα έξι (6) βασικά κτίρια (Διοικητήριο, Λόχος Διοικήσεως,**

Γραφείο Κινήσεως, Υπόστεγο Συντήρησης, Μαγειρεία, Ιατρεία) τα οποία βρίσκονται σε κάθε Μονάδα και είναι απαραίτητα για την εκπλήρωση της αποστολής της.

Τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης μπορούν κατόπιν να προσαρμοσθούν και αξιοποιηθούν ανάλογα με το είδος και τον αριθμό των κτιρίων που διαθέτουν οι Μονάδες

Η Οδηγία «2002/91/EK» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, καθορίζει μεταξύ των άλλων τα παρακάτω:

α. τακτική επιθεώρηση λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων και επί πλέον, μια αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

β. Η επιθεώρηση της αποτελεσματικότητας του κλιματισμού και των διαστάσεών του σε σύγκριση με τις ανάγκες του κτιρίου.

γ. Στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων θα συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των ακόλουθων παραγόντων:






- 1) ενεργά ηλιακά συστήματα και άλλα συστήματα θέρμανσης και ηλεκτρικά συστήματα βασιζόμενα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- 2) ηλεκτρική ενέργεια παραγόμενη με ΣΗΘ
- 3) συστήματα κεντρικής θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου·
- 4) φυσικός φωτισμός.

δ. Τα κτίρια θα κατατάσσονται σε κατηγορίες όπως παρακάτω και στα οποία δύναται να συμπεριληφθούν τα κτίρια του Στρατού Ξηράς:

- α) οικογενειακές κατοικίες διαφόρων τύπων·
- β) συγκροτήματα διαμερισμάτων·
- γ) γραφεία
- δ) εκπαιδευτικά κτίρια·
- ε) νοσοκομεία·
- στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια·
- ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις·
- η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου·
- θ) άλλα είδη κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια (ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΑ)

2.9.2 Κύρια οχήματα που χρησιμοποιούνται από τον Στρατό Ξηράς, υπάρχουν σε κάθε Μονάδα σε ανάλογες ποσότητες, και καταναλώνουν πετρέλαιο κίνησης φαίνονται στον πίνακα 2.7

Πίνακας 2.7 Βασικά Στρατιωτικά Οχήματα Στρατού Ξηράς

A/A	ΤΥΠΟΣ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt/100 km)	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
1	MS 240 GD 1/4 TON	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10	
2	MS 290 GD 1 1/4 TON	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	17	
3	STEYR 680M και 680 M3	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	26	
4	M 62 5 tn	BENZINH	50	
5	M/S Λ/Φ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	30	

2.10 Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κτίρια

Τα 30 τελευταία χρόνια εξαιτίας του ενδιαφέροντος και της ανησυχίας του ανθρώπου για την προστασία του περιβάλλοντος, έχουν δημοσιευθεί αρκετά άρθρα που αφορούν στα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε διάφορους τύπου κτιρίων. Μια τυπική εργασία που αναφέρεται στην περιοχή της Θεσσαλίας είναι η εργασία των Nikolaidis et Chletsi (2009) που ασχολείται με την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε μία τυπική μονοκατοικία στην πόλη της Λάρισας, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.4. Το εν λόγω κτίριο είναι 100 m², με πιλοτή και παραδοσιακή σκεπή, με σύστημα θέρμανσης καζάνι-καυστήρα πετρελαίου 20ετίας και κατανάλωση 1 m³ πετρελαίου/έτος, με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα και με σύστημα ψύξης (air-conditioning) 10ετίας. Το κτίριο δεν έχει μόνωση, (συντελεστής θερμοπερατότητας U είναι 2,3 W/m²°C), ενώ φέρει απλά τζάμια και ξύλινα κουφώματα και πόρτες.



Εικόνα 2.4 Μονοκατοικία στην Πόλη της Λάρισας(Πηγή: Nikolaidis et Chletsis, 2009)

Τα προφανή μέτρα που προτείνονται από την παραπάνω βιβλιογραφία είναι τα 5 παρακάτω:

- ▶ Μόνωση του κτιρίου με σκοπό τον περιορισμό των αρνητικών επιδράσεων του εξωτερικού περιβάλλοντος στο εσωτερικό του όλες τις εποχές του χρόνου.
- ▶ Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης. Το υπάρχον παλιό σύστημα θέρμανσης καζάνι-καυστήρα πετρελαίου με νέο σύστημα πιο οικονομικό και πιο φιλικό προς το περιβάλλον, όπως φυσικού αερίου.Επίσης η πιθανή χρήση συστημάτων αυτόματης ρύθμισης θερμοκρασίας μπορεί να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου.
- ▶ Χρήση ηλιακών συστημάτων και ειδικότερα ηλιακών θερμοσίφωνων, οι οποίοι λόγω μεγάλης ηλιοφάνειας στην Ελλάδα παρέχουν την πιο οικονομική λύση όσο αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας.
- ▶ Αντικατάσταση παραδοσιακών λαμπτήρων, με αντιστοιχουν εξοικονόμησης ενέργειας (fluorescence lamps). Επιπλέον, αναβάθμιση παλαιών ηλεκτρικών συσκευών με αντιστοιχες νέες σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία European Council Directive 92/75/EEC

- Αναβάθμιση του υπάρχοντος συστήματος ψύξης, με αντίστοιχο νέο ενεργειακής κλάσης A

Η αξιολόγηση των παραπάνω μέτρων εξοικονόμησης, γίνεται με τον υπολογισμό διαφόρων παραμέτρων, όπως Καθαρή Παρούσα Αξία [Net Present Value, (NPV)], Εσωτερικός Ρυθμός Απόσβεσης [Internal Rate of Return, (IRR)], Ο Λόγος εξοικονόμησης προς την επένδυση [Savings to Investment Ratio (SIR)], καθώς και Ο Χρόνος Απόσβεσης [Depreciated Payback Period (DPP)].

2.11 Λύσεις για Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Στρατιωτικές Μονάδες

2.11.1 Γενικά

Η Αυτόνομη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος των Μονάδων, με απεξάρτηση από την ΔΕΗ και την χρησιμοποίηση ΑΠΕ, θα εξοικονομήσει χρήματα αλλά και θα συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου τα οποία είναι υπεύθυνα για την μόλυνση του περιβάλλοντος. Με την παρούσα εργασία ο συγγραφέας επιδιώκει την ευαισθητοποίηση της ηγεσίας του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας με σκοπό την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων καθώς και λεβήτων βιομάζας σε στρατιωτικές μονάδες, προκειμένου να μειωθεί το κόστος αγοράς ρεύματος και πετρελαίου και να εξοικονομηθούν χρήματα. Η εγκατάστασή τους προτείνεται να γίνει με τη μέθοδο της σύμπραξης ιδιωτικού και δημόσιου τομέα και σε πρώτη φάση θα πρέπει να εξεταστεί η εφαρμογή πιλοτικά σε κάποιο στρατόπεδο ή και αεροδρόμιο.

2.11.2. Προτεινόμενες Λύσεις

Η πεπαλαιωμένη χρήση συστημάτων ενέργειας στις στρατιωτικές μονάδες δημιουργούν σπατάλη ενέργειας και σε ηλεκτρικό αλλά και σε θερμικό επίπεδο. Οι λύσεις που προτείνονται είναι δύο:

- η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ για αυτόνομη λειτουργία των στρατιωτικών μονάδων,
- η εξοικονόμηση ενέργειας στις μονάδες με σκοπό την ελαχιστοποίηση της σπατάλης.

2.11.2.1 Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η βέλτιστη λύση για τις στρατιωτικές μονάδες. Η τεράστια χρήση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να μειωθεί με μείωση της κατανάλωσης για χρήση φωτισμού. Ο σύγχρονες Ευρωπαϊκές απαιτήσεις απαιτούν λάμπες φθορισμού. Όμως η τοποθέτηση τους χωρίς τεχνική μελέτη αποτελεί μέτρια επιλογή. Απαιτείται φωτοτεχνική μελέτη και κατασκευή αυτοματοποιημένων συστημάτων.

Το σύστημα θέρμανσης στις μονάδες είναι πεπαλαιωμένο και λειτουργεί με πετρέλαιο. Η Ελληνική όμως επικράτεια ευνοεί τη χρήση ξύλου και βιομάζας για τη θέρμανση των μονάδων. Την τελευταία δεκαετία υπάρχει βιομηχανική παραγωγή καύσιμης βιομάζας από ξύλο(pellets) τα οποία μπορούν κάλλιστα να αντικαταστήσουν το πετρέλαιο. Οι

λέβητες αυτοί είναι ιδιαίτερα οικονομικοί ενώ μπορούν να αντικαταστήσουν κατά 100% τη χρήση πετρελαίου. Φυσικά μία αλλαγή στους λέβητες προϋποθέτει και σωστή μελέτη του συστήματος θέρμανσης, των σωμάτων αλλά και της χρήσης λειτουργίας με σύγχρονους ψηφιακούς θερμοστάτες.

Όμως είναι άσκοπο να υπάρχει αναφορά σε εξοικονόμηση καύσιμης ύλης όταν τα κτίρια των μονάδων δεν έχουν επαρκή και πιστοποιημένη μόνωση. Οι πόρτες και τα παράθυρα είναι ως επί το πλείστον ξύλινα κάτι το οποίο ευνοεί τις απώλειες θερμότητας. Έτσι παρότι το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί τέλεια οι απώλειες θερμότητας αποτυγχάνουν στο να θερμάνουν σωστά το χώρο.

Ένα σημείο το οποίο απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή μιας και εκεί υπάρχει η μεγαλύτερη σπατάλη ενέργειας είναι η χρήση της ψύξης. Η ψύξη των χώρων επιτυγχάνεται με χρήση αντλιών θερμότητας (air condition). Οι νέες τεχνολογίες inverter επιτυγχάνουν μέχρι και 50% καλύτερη απόδοση. Δεν επιλέγονται όμως μιας και οι χρηματικές δυνατότητες των μονάδων είναι ιδιαίτερα μικρές.

Τα δυσχερή οικονομικά των μονάδων οδηγούν στη χρήση ηλεκτρικών θερμοσίφωνων (περίπου 1/6 της τιμής των ηλιακών). Οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας ενώ είναι εύκολοι στην χρήση και στην συντήρηση. Δημιουργούν όμως τεράστια κατανάλωση ισχύος. Η Ελλάδα ενδείκνυται για χρήση ηλιακών θερμοσίφωνων για θέρμανση νερού εξαιτίας του κλίματός της. Η χρήση τους θα αποδεσμεύσει τεράστιες ποσότητες ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο αλλά και άνεση στο προσωπικό των μονάδων που θα έχουν συνεχώς ζεστό νερό.

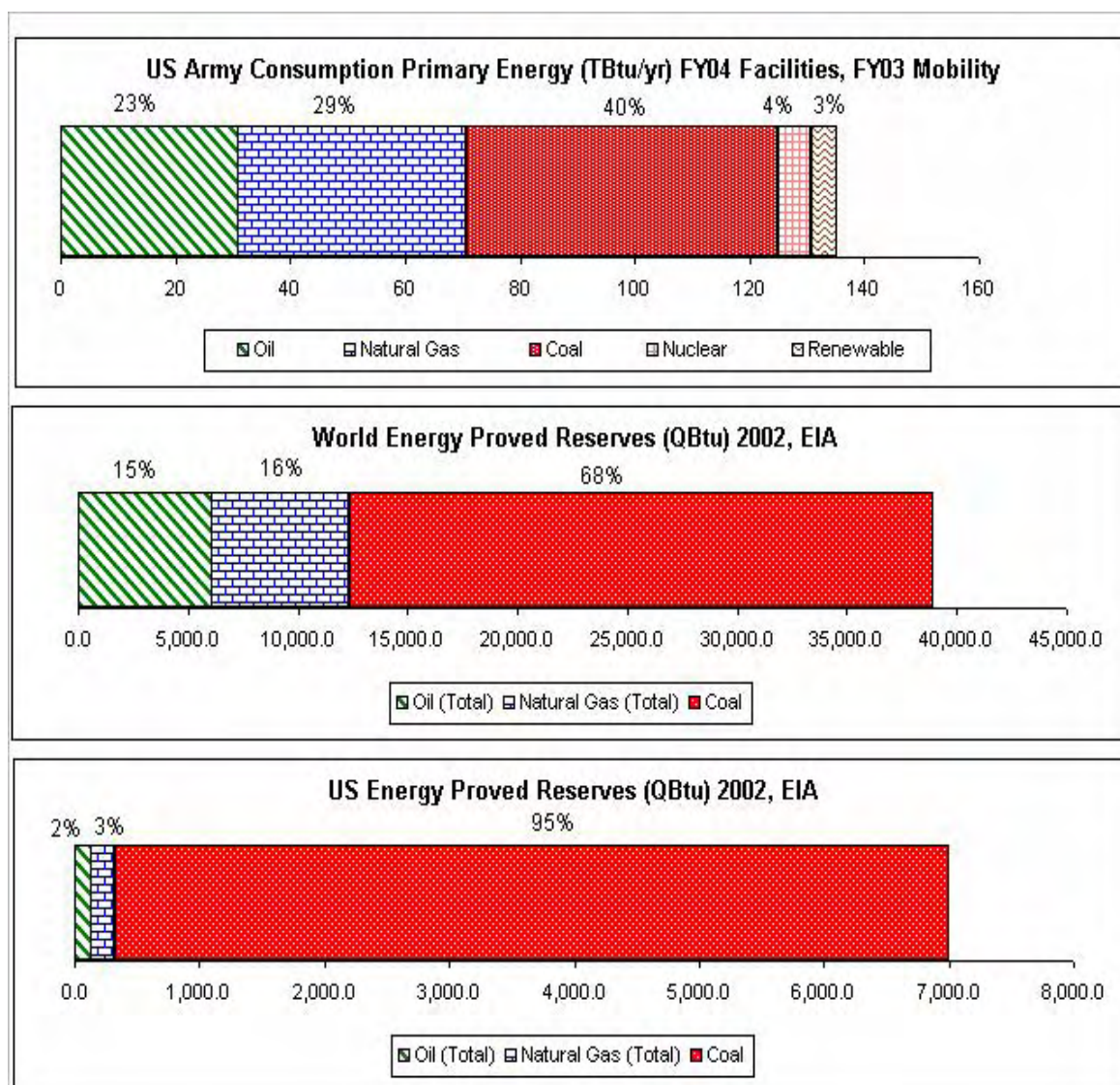
2.11.2.2 Η παραγωγή ενέργειας μπορεί να γίνει με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι πλέον αρκετά οικονομικά έτσι ώστε να προκαλούν ιδιαίτερα συμφέροντα επένδυση για μία στρατιωτική μονάδα. Η επένδυση συμφέρει ιδιαίτερα μιας και υπάρχει συνεχή τάση ανόδου των τιμών του ενεργειακού παρόχου. Επίσης οι στρατιωτικές μονάδες ευνοούν τη χρήση γης για παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών που μπορούν κάλλιστα να παράξουν καύσιμη ύλη για λέβητες θερμότητας. Όμως οι ισχύς που προσφέρουν τα συστήματα αυτά απαιτούν πρώτα την εφαρμογή λύσεων εξοικονόμησης και μετά αυτό-παραγωγής. Επίσης είναι εμφανές ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις των μονάδων είναι ιδιαίτερα ψηλές έτσι ώστε να καλυφθούν απόλυτα από εγκαταστάσεις βιομάζας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές λειτουργούν βοηθητικά στην υπάρχουσα εγκατάσταση μειώνοντας απλά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον ενεργειακό πάροχο του στρατοπέδου.

2.12 Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Αμερικάνικο Στρατό (USArmy)

2.12.1 Γενικά

Σύμφωνα με το Κέντρο Έρευνας και Ανάπτυξης του Σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center), για να μπορεί η εν λόγω χώρα να διατηρεί το αξιόμαχο των ενόπλων δυνάμεών της και να συνεχίζει να υποστηρίζει τα επιχειρήσεις της, θα πρέπει ο Στρατός σύντομα να απεμπλακεί από οικονομικά και λογιστικά προβλήματα που

σχετίζονται με την προμήθεια και χρήση της ενέργειας και να αναπτύξει νέες τεχνολογίες και αυτόνομα ενεργειακά συστήματα φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτό απαιτεί ολοκληρωμένες λύσεις, καθώς και προσεκτική και ολοκληρωμένη σχεδίαση και εκτέλεση. Το Σχήμα 2.14 δείχνει την κατανάλωση ενέργειας του Αμερικανικού Στρατού το έτος 2004, καθώς και τα αποθέματα ενέργειας του πλανήτη και των ΗΠΑ για το έτος 2002.



Σχήμα 2.14 Κατανάλωση ενέργειας του Αμερικανικού Στρατού αποθέματα ενέργειας του πλανήτη και των ΗΠΑ (Πηγή: Westervelt & Fournier, 2005)

2.12.2 Σχέδια-Στρατηγικές σε Εξέλιξη

2.12.2.1 Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής στο πλαίσιο μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας στον Στρατό, καθώς και την μείωση των εκπομπών CO₂, έχουν αναπτύξει μία στρατηγική ασφάλειας της ενέργειας “ **Comprehensive Energy Security Strategy**” η οποία θα επιτρέψει την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και την απεξάρτηση της χώρας από εισαγωγή καυσίμου από το εξωτερικό (Westervelt &

Fournier, 2005). Χαρακτηριστικές είναι οι δηλώσεις του Προέδρου καθώς και αξιωματούχων των ΗΠΑ επί του θέματος:

- ▶ **“We’re telling America’s scientists and engineers that if they assemble teams of the best minds in their fields, and focus on the hardest problems in clean energy, we’ll fund the Apollo”** -President Obama, State of the Union Address, Jan 2011
- ▶ **“The Army has developed a comprehensive energy security strategy, and is acting now to implement initiatives to make us less dependent on foreign sources of fuel and better stewards of our nation’s energy resources. “-CSA, SA Testimony to the Senate Appropriations Defense Subcommittee, March 2010**
- ▶ **“The Army is actively supporting partnerships and private industry investments in clean energy technologies such as large-scale solar, wind and geothermal power sources to reduce our dependence on a single source of power.”-SMA, CSA, SA, Army Energy Awareness Month Letter, Oct 2010**

Για την υλοποίηση του παραπάνω συτρατηγικού σχεδίου έχουν τεθεί οι παρακάτω στόχοι(Energy Performance Target):

- ▶ Μείωση της χρήσης ενέργειας στα ομοσπονδιακά κτίρια κατά 3% το χρόνο και συνολικά κατά 30% μέχρι το 2015
- ▶ Το ηλεκτρικό ρεύμα που χρησιμοποιείται στα ομοσπονδιακά κτίρια θα πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ, κατά 3% τα έτη 2007-2009, κατά 5% τα έτη 2010-2012 και κατά 7,5% το 2013+.
- ▶ Συνολική κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ 25% μέχρι το 2025.
- ▶ Μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων (fossil fuel) στα νέα ή ανακαινισμένα ομοσπονδιακά κτίρια τά 55%μέχρι 2010 και κατά 100% μέχρι το 2030
- ▶ Όλα τα νέα κτιρια τα οποία τα οποία σχεδιάζονται από το 2020 και μετά, θα πρέπει να καταναλώνουν 0 ενέργεια (net zero energy) μέχρι το 2030. Όλα τα ομοσπονδιακά κτίρια θα πρέπει να καταναλώνουν 0 ενέργεια (net zero energy) μέχρι το 2030
- ▶ Μείωση κατανάλωσης πετρελαίου στα οχήματα, κατά 20% μέχρι το 2015.
- ▶ Αύξηση κατανάλωσης εναλλακτικών καυσίμων κατά 10% μέχρι το 2015.

Ο Αμερικανικός Στρατός επί του παρόντος εξασφαλίζει το 2% του ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ υπάρχουν σε εξέλιξη 128 έργα (projects) από το 2010 με αντικείμενο την παραγωγή ανανεώσιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, (renewable thermal and electric energy) με απαίτηση ισχύς 100MW. Για να επιτευχθεί ο στόχος χρήσης ΑΠΕ κατά 25% μέχρι το 2025, θα απαιτηθεί ισχύς 750 MW.Μερικές από

τις χρήσεις ΑΠΕ που εφαρμόζει ο Αμερικανικός Στρατός για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος φαίνονται στις εικόνες 2.5, 2.6 και 2.7.



Εικόνα 2.5 Σκηνή εκστρατείας, με εγκατεστημένα Φ/Β
(Πηγή: King, 2011)



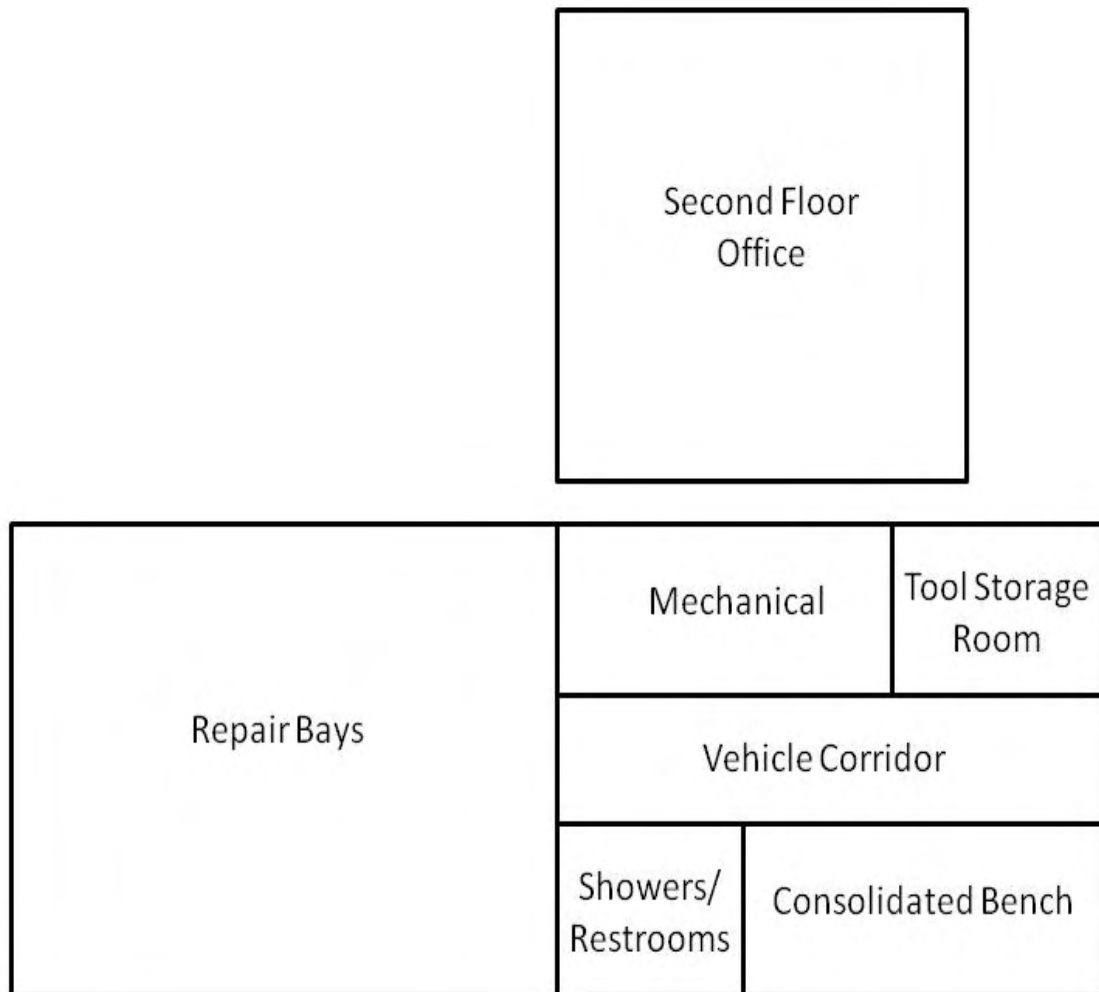
Εικόνα 2.6 14 kw Ανεμογεννήτριες-Ηλιακά Πάνελ σε στρατόπεδο των ΗΠΑ
(Πηγή: King, 2011)



Εικόνα 2.7 Η πρώτη ανεμογεννήτρια εγκατεστημένη σε στρατιωτική μονάδα στις ΗΠΑ, Tooele Army Depot, UTAH, USA, July 2010
(Πηγή <http://cleantechnica.com/2010/07/18/u-s-army-dips-a-toe-in-wind-power-waters/>)

2.12.2.2 Επιπλέον ο Αμερικανικός Στρατός έχει αναπτύξει τα τελευταία χρόνια, προγράμματα (projects) οικονομικής ανάλυσης εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια των στρατιωτικών μονάδων όπως “**Extremely Low-Energy Design for Army Buildings: Tactical Equipment Maintenance Facility**”. Συγκεκριμένα το 2007 μετά από απόφαση του Κογκρέσου των ΗΠΑ, 3 φορείς των Αμερικανικού Στρατού “the U.S. Army Corps of Engineers Headquarters”, “the US. Army Corps of Engineers Construction Energy Research Laboratory (CERL)”, και “the National Renewable Energy Laboratory (NREL)” συνεργάστηκαν για να διερευνήσουν την δυνατότητα να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας που παράγεται από ορυκτά καύσιμα (fossil fuel) κατά 65% μέχρι το 2015, σε 5 τύπους στρατιωτικών κτιρίων:

- ▶ Κτίριο που στεγάζει οπλίτες (barracks),
- ▶ Διοικητήριο Ταξιαρχίας (brigade administrative building),
- ▶ Κτίριο Λόχου (company operations facility)
- ▶ **Κτίριο συντήρησης οχημάτων [a tactical equipment maintenance facility (TEMF)],**
- ▶ Εστιατόριο (dining facility)



Σχήμα 2.15 Κάτοψη Ισογείου TEMF Κτιρίου
(Πηγή: Langner and Deru, 1995)

Στο σχήμα 2.15 βλέπουμε την κάτοψη ισογείου ενός τυπικού διόρωφου **κτιρίου συντήρησης οχημάτων Στρατου Ξηράς (TEMF)**, εμβαδού 3060 m². το οποίο περιλαμβάνει τον εξοπλισμό και τους χώρους συντήρησης στον 1^ο όροφο, καθώς και τα γραφεία στον 2^ο όροφο. Για την μελέτη οι φορείς του Αμερικανικού Στρατού χρησιμοποίησαν **τα πρόγραμμα εξομοίωσης “EnergyPlus version 5.0 (DOE 2007)”**, καθώς και **“internal analysis platform, Opt-E-Plus (NREL 2010)”**.

Η εικόνα 2.8 δείχνει την προσομοίωση του προς μελέτη κτιρίου.

Για την εκτέλεση του προγράμματος οι μελετητές:

- Δημιούργησαν ένα μοντέλο-πρότυπο (baseline model) βασισμένο σε παρόμοιο κτίριο συντήρησης οχημάτων του Στρατού στο 7^ο Τάγμα Μεταφορών στο Fort Bragg, North Carolina
- Τα δεδομένα-χαρακτηριστικά του πρότυπου κτιρίου ελήφθησαν με την χαμηλότερη τιμή σύμφωνα με το ASHRAE 90.1-2007 (ASHRAE 2007b).
- Το κτίριο λειτουργεί από 08:00 έως 17:00 αθημερινά, από Δευτέρα έως Παρασκευή.

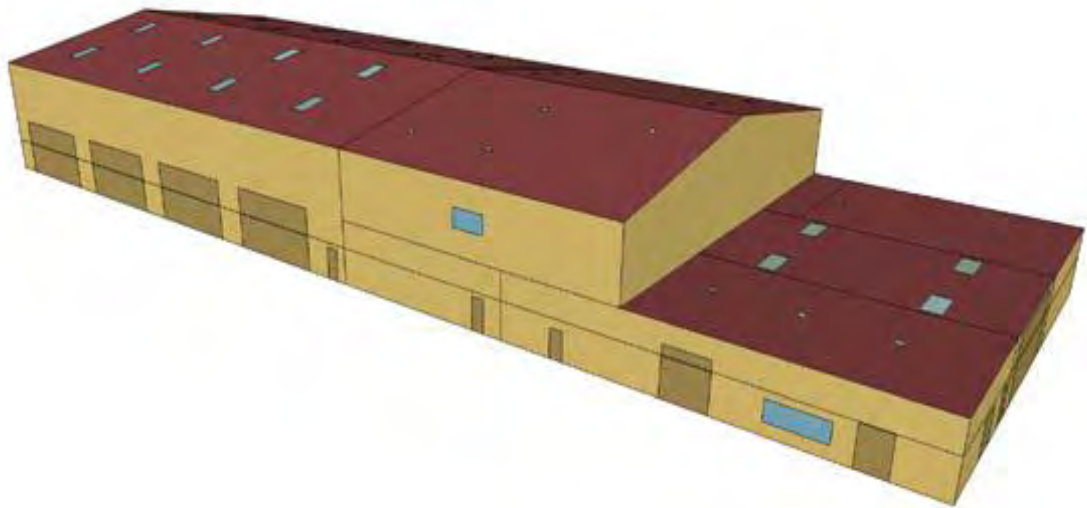
- Καθορίσθηκαν 15 Κλιματικές ζώνες καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία πόλη των ΗΠΑ όπως φαίνεται στον πίνακα 2.8
- Εφάρμοσαν και αξιολόγησαν μία σειρά ενεργειακών μέτρων [Energy Efficiency Measures, (EEMs)] και διαπίστωσαν την εξοικονόμηση ενέργειας για κάθε μία από τις 15 κλιματικές ζώνες
- Τα ενεργειακά μέτρα αφορούν στο εξωτερικό περίβλημα (envelope) του κτιρίου, τον φωτισμό, αερισμό, θέρμανση, ψύξη.

Πίνακας 8 Κλιματικές Ζώνες
(Πηγή: Rois Langner and Michael Deru 2012)

Climate Zone	City
1A	Miami, FL
2A	Houston, TX
2B	Phoenix, AZ
3A	Memphis, TN
3B	El Paso, TX
3C	San Francisco, CA
4A	Baltimore, MD
4B	Albuquerque, NM
4C	Seattle, WA
5A	Chicago, IL
5B	Colorado Springs, CO
6A	Burlington, VT
6B	Helena, MT
7	Duluth, MN
8	Fairbanks, AK

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι ο στόχος της εξοικονόμησης κατά 65% μείωση της ενέργειας που παράγεται από ορυκτά καύσιμα είναι εφικτός για 4 κλιματικές ζώνες. Στις υπόλοιπες η εξοικονόμηση φτάνει σε ποσοστό 51%-64%.



Εικόνα 2.8 Προσομοίωση κτιρίου TEMF σε ενεργειακό μοντέλο
(Πηγή: *Rois Langner and Michael Deru, 2012*)

Κεφάλαιο 3. Ανάλυση της Δομής - Οργάνωσης και του Ενεργειακού Συστήματος Εικονικού Στρατοπέδου Βασιζόμενη σε Πραγματικά Στοιχεία

3.1 Δομή Εικονικής Στρατιωτικής Μονάδας ως προς την γεωγραφία και τον αριθμό - διάταξη των κτιρίων της

Η Μονάδα βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή του Νομού Μαγνησίας, σε έδαφος πεδινό, χωρίς όρη και ποτάμια πλησίον. Για ευνόητους λόγους, στην παρούσα εργασία δεν εμφανίζεται μία πραγματική Στρατιωτική Μονάδα και δεν περιέχονται πραγματικές φωτογραφίες, καθώς και ακριβής αριθμός προσωπικού και μέσων.

Αντιθέτως χρησιμοποιούμε στην παρούσα εργασία τα δεδομένα μίας εικονικής Στρατιωτικής Μονάδας (Σχήμα 3.1) με τα άκρως απαραίτητα κτίρια και οχήματα που απαιτείται να διαθέτει για να λειτουργήσει και να φέρει σε πέρας την αποστολή της. Τα αριθμητικά μεγέθη που παρέχονται παρακάτω και χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ανταποκρίνονται πλήρως σε μια πραγματική στρατιωτική μονάδα και δεν είναι απόρρητα καθώς αφορούν στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας.



Σχήμα 3.1. Εικονική Στρατιωτική Μονάδα με τα Βασικά Κτίρια.

3.1.1 Κτίρια

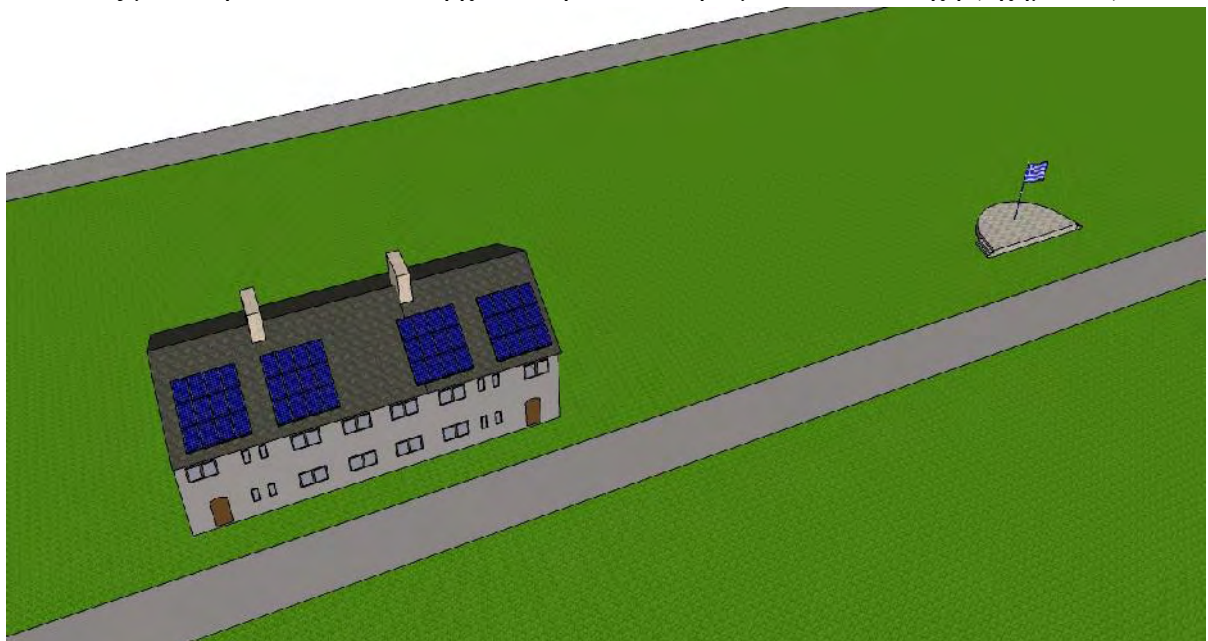
Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα κτίρια της εικονικής στρατιωτικής μονάδας με τον υπάρχων ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που εξετάζεται ενεργειακά.

Πίνακας 3.1. Περιγραφή των βασικών κτιρίων της μονάδας

Α/Α	ΚΤΙΡΙΟ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ
1	Διοικητήριο	Λέβητας, Κλιματιστικά, Λάμπες Φθορίου, Η/Υ, Ψυγείο, Τοστιέρα
2	Λόχος Δοικήσεως	Λέβητας, Κλιματιστικά, Λάμπες Φθορίου, Ψυγεία, Καφετιέρα, Τοστιέρα
3	Εστιατόρια-Μαγειρία	Κλιματιστικά, Λάμπες Φθορίου, Επαγγελματικοί Φούρνοι
4	Γραφείο Κίνησης	Κλιματιστικά, Λάμπες Φθορίου
5	Υπόστεγο Συντήρησης	Λέβητας, Κλιματιστικά, Λάμπες Φθορίου
6	Ιατρείο	Λέβητας, Κλιματιστικό, Λάμπες Φθορίου

3.1.1.1 Διοικητήριο

Συνήθως πρόκειται για διώροφο κτίριο (εδώ θεωρείται εμβαδού 230 m²), κατασκευασμένο από πλινθοδομή, το οποίο στεγάζει την Διοίκηση και το επιτελείο της Μονάδος με το προσωπικό να ανέρχεται περίπου σε αριθμό τα 20 στελέχη (Σχήμα 3.2)



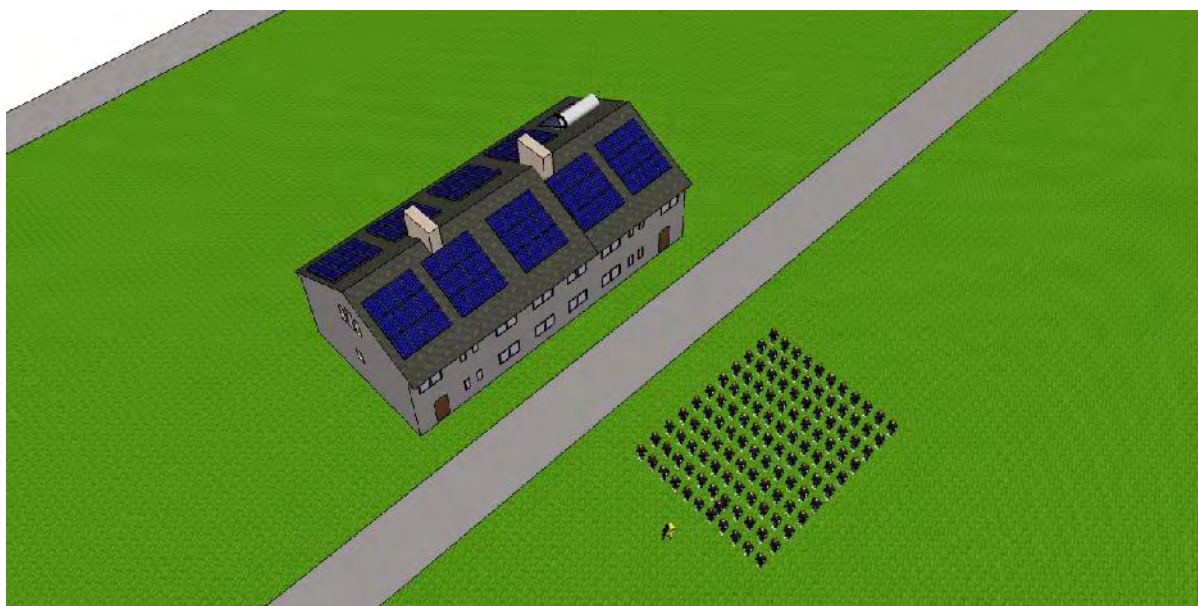
Σχήμα 3.2. Απεικόνιση του Διοικητηρίου της Μονάδας.

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται από λέβητα συμβατικής τεχνολογίας με χρήση πετρελαίου. Το θερμό νερό που με τη σειρά του θερμαίνει τους χώρους του κτιρίου μέσω χαλύβδινων σωμάτων παλαιάς τεχνολογίας. Παράθυρα και πλαίσια είναι συνήθως από ξύλο. Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι παρόλο που τα κτίρια των Μονάδων είναι παλαιάς κατασκευής, πολλά Διοικητήρια ανακαινίζονται με την πρώτη διαθέσιμη πίστωση και αντικαθίστανται τα πλαίσια των παραθύρων με αντίστοιχα από αλουμίνιο για αισθητικούς κυρίως λόγους αλλά και για λιγότερες ενεργειακές απώλειες. Οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες καλύπτονται από κλιματιστικά σώματα.

3.1.1.2 Λόχος Διοικήσεως

Πρόκειται κυρίως για διώροφο κτίριο 200 m^2 , κατασκευασμένο από πλινθοδομή, το οποίο στεγάζει τους οπλίτες θητείας καθώς και γραφεία του Λόχου Διοικήσεως και ανέρχεται περίπου σε αριθμό τα 20 οπλίτες θητείας και 10 μόνιμα στελέχη (Σχήμα 3.3)

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται από λέβητα συμβατικής τεχνολογίας, ο οποίος με χρήση πετρελαίου ζεσταίνει το νερό που με τη σειρά του θερμαίνει τους χώρους του κτιρίου μέσω χαλύβδινων σωμάτων παλαιάς τεχνολογίας. Παράθυρα και πλαίσια συνήθως από ξύλο. Οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες καλύπτονται με χρήση κλιματιστικών συσκευών. Το ρεύμα παρέχεται από την ΔΕΗ. Φωτισμός με λάμπες φθορίου. Ζεστό νερό με ηλεκτρικό ή ηλιακό θερμοσίφωνα.

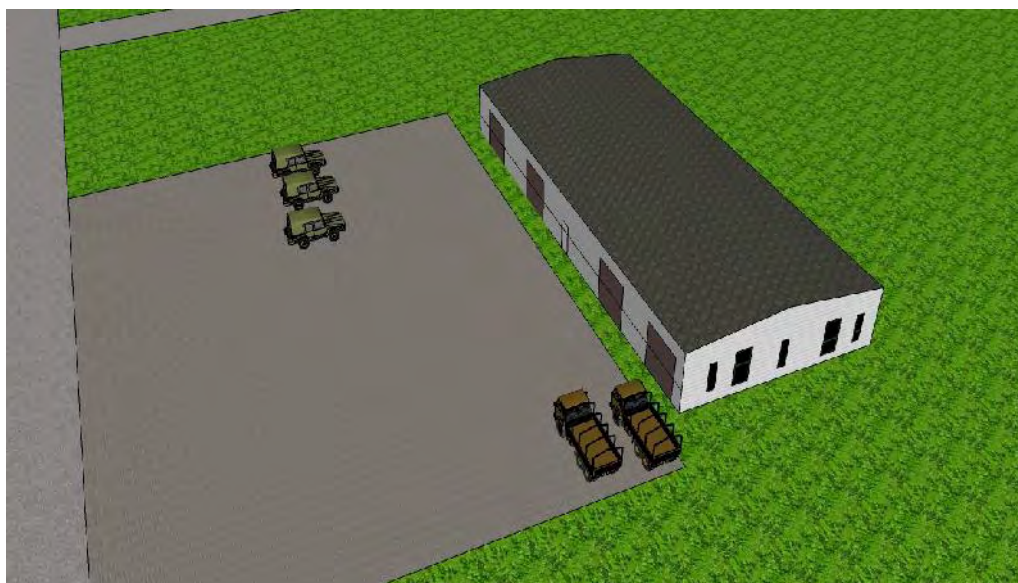


Σχήμα 3.3. Απεικόνιση του Κτιρίου του Λόχου Διοικήσεως.

3.1.1.3 Γραφείο Κινήσεως

Πρόκειται κυρίως για κτίριο συνήθως 100 m^2 , κατασκευασμένο από πλινθοδομή, το οποίο στεγάζει την ομάδα συντηρήσεως (ΟΣ) και το γραφείο κίνησης (Γρ. Κ) της

Μονάδας. Το προσωπικό αποτελείται κυρίως από οδηγούς και τεχνίτες οχημάτων και ανέρχεται στον αριθμό των 5 στελεχών. Δεν υπάρχει λέβητας και η θέρμανση παρέχεται από συμβατικές σόμπες ή από κλιματιστικά (Σχήμα 3.4)



Σχήμα 3.4. Απεικόνιση του Κτιρίου του Γραφείου Κινήσεως

Παράθυρα και πλαίσια συνήθως από ξύλο. Οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες καλύπτονται με χρήση κλιματιστικών συσκευών. Το ρεύμα παρέχεται από την ΔΕΗ. Φωτισμός με λάμπες φθορίου.

3.1.1.4 Υπόστεγο Συντήρησης

Πρόκειται κυρίως για κτίριο 2100 m², κατασκευασμένο από αλουμίνιο, στο οποίο λαμβάνουν χώρα εκτεταμένες εργασίες συντήρησης σε κύρια οπλικά συστήματα (Σχήμα 3.5).

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται από λέβητα συμβατικής τεχνολογίας, ο οποίος με χρήση πετρελαίου ζεσταίνει το νερό που με τη σειρά του θερμαίνει τους χώρους του κτιρίου μέσω χαλύβδινων σωμάτων παλαιάς τεχνολογίας. Παράθυρα και πλαίσια συνήθως από ξύλο. Οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες καλύπτονται με χρήση κλιματιστικών συσκευών. Το ρεύμα παρέχεται από την ΔΕΗ. Φωτισμός με λάμπες φθορίου.



Σχήμα 3.5. Απεικόνιση του Υπόστεγου Συντήρησης.

3.1.1.5 Εστιατόρια - Μαγειρεία

Πρόκειται κτίριο 150 m^2 , κατασκευασμένο από πλινθοδομή, το οποίο καλύπτει τις ανάγκες σίτισης οπλιτών θητείας και στελεχών (Σχήμα 3.6). Δεν περιλαμβάνει λέβητα και οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης καλύπτονται με χρήση κλιματιστικών συσκευών. Παράθυρα και πλαίσια συνήθως από ξύλο. Το ρεύμα παρέχεται από την ΔΕΗ και ο φωτισμός με λάμπες φθορίου. Ζεστό νερό με ηλιακό θερμοσίφωνα.



Σχήμα 3.6. Απεικόνιση του Εστιατορίου - Μαγειρείων.

3.1.1.6 Ιατρεία

Πρόκειται κυρίως για κτίριο 60 m^2 , κατασκευασμένο από πλινθοδομή, το οποίο στεγάζει τους οπλίτες οι οποίοι χρειάζονται ιατρική περίθαλψη. Το προσωπικό περιλαμβάνει 1 ή 2 μόνιμα στελέχη και 2 οπλίτες θητείας (Σχήμα 3.7).

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται από λέβητα συμβατικής τεχνολογίας, και οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες καλύπτονται με χρήση κλιματιστικών. Παράθυρα και πλαίσια συνήθως από ξύλο. Φωτισμός με λάμπες φθορίου.



Σχήμα 3.7. Απεικόνιση του Ιατρείου.

3.2 Μελέτη του Συστήματος Κατανάλωσης Ρεύματος στη Στρατιωτική Μονάδα

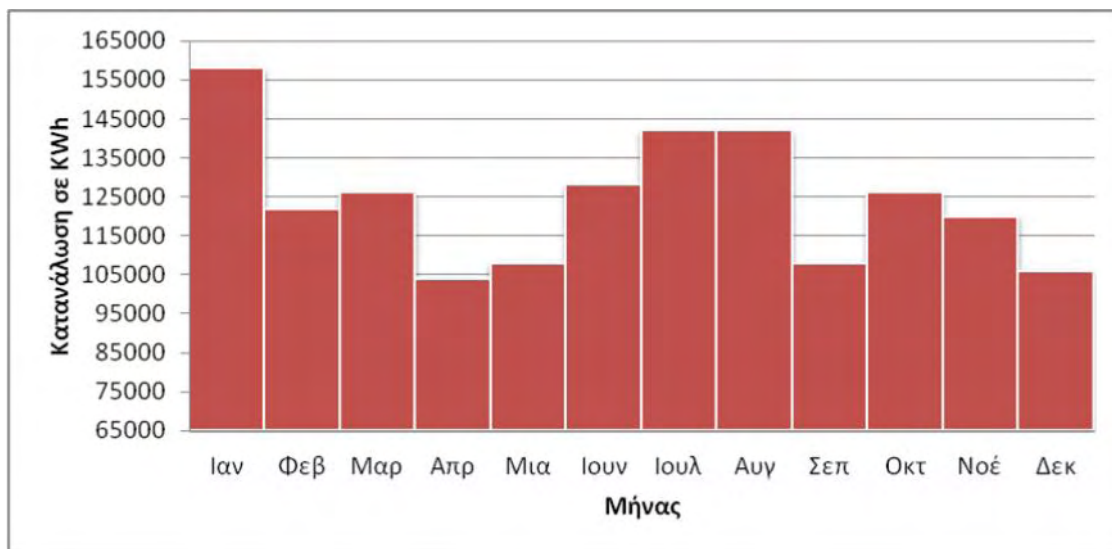
3.2.1 Πραγματική Ετήσια Ενεργειακή Κατανάλωση Στρατοπέδου με 56 Ηλεκτροδοτούμενα Κτίρια

Σε μία ενεργειακή μελέτη τεράστια σημασία έχει η καμπύλη κατανάλωσης της μονάδας στη διάρκεια του έτους. Για τους σκοπούς της έρευνας βρέθηκε η κατανάλωση του στρατοπέδου όπως προκύπτει από τους επίσημους λογαριασμούς της ΔΕΗ.

Το τιμολόγιο όπου εντάσσεται το στρατόπεδο είναι το B2 της ΔΕΗ. Η κατανομή της κατανάλωσης ανά μήνα κατά τη διάρκεια του **έτους 2011** φαίνεται στον Πίνακα 3.2. Η μέση κατανάλωση του στρατοπέδου είναι ίση με 124166 kWh/μήνα . Η ανά μήνα κατανάλωση φαίνεται και στο Σχήμα 3.8.

Πίνακας 3.2. Κατανάλωση ηλεκτρικής ρεύματος κατά το 2011, σε Πραγματικό
Στρατόπεδο
με 56 Ηλεκτροδοτούμενα Κτίρια

Μήνας	Κατανάλωση σε kWh
Ιανουάριος	158000
Φεβρουάριος	122000
Μάρτιος	126000
Απρίλιος	104000
Μάιος	108000
Ιούνιος	128000
Ιούλιος	142000
Αύγουστος	142000
Σεπτέμβριος	108000
Οκτώβριος	126000
Νοέμβριος	120000
Δεκέμβριος	106000
ΣΥΝΟΛΟ	1490000



Σχήμα 3.8. Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τον μήνα Ιανουάριο η κατανάλωση βρίσκεται στο μέγιστο επίπεδο. Αυτό είναι λογικό μιας και το στρατόπεδο βρίσκεται σε μία τοποθεσία η οποία έχει αρκετό κρύο εκείνη την περίοδο και η Μονάδα είναι πλήρης από στελέχη. Αποτέλεσμα αυτού είναι η χρήση ηλεκτρικής θέρμανσης (κλιματιστικά) το οποίο είναι αναγκαίο όταν τα άλλα μέσα θέρμανσης δεν επαρκούν (ελλιπής θερμομόνωση κτιρίων). Τους μήνες Απρίλιο-Μάιο εμφανίζεται μία ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο ότι αρκετά από τα στελέχη βρίσκονται σε άδεια (εορτών του Πάσχα, και κανονικών αδειών), καθώς και διότι δεν υπάρχει απαίτηση για χρήση κλιματιστικών, με αποτέλεσμα να πέφτει η

ενεργειακή κατανάλωση των Μονάδων του Στρατοπέδου. Η κατανάλωση μεγιστοποιείται ξανά κατά το μήνα Ιούλιο και Αύγουστο. Αυτό είναι αποτέλεσμα της χρήσης κλιματιστικών μονάδων εξαιτίας του θέρους. Έπειτα, η ενεργειακή ζήτηση μειώνεται μέχρι την περίοδο των Χριστουγέννων όπου και εμφανίζεται ένα ακόμη ελάχιστο μιας και υπάρχει το δεύτερο επίπεδο αδειών για τα στελέχη.

Το διάγραμμα αυτό είναι απολύτως αναμενόμενο με εξαίρεση την περίοδο του Χειμώνα. Όντας μία ζεστή χώρα η Ελλάδα, η μέγιστη ζήτηση πρέπει να εμφανίζεται την περίοδο του θέρους και των καυσώνων. Αντιθέτως στην υπό μελέτη μονάδα εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Παρότι η μονάδα διαθέτει θέρμανση με λέβητα πετρελαίου είναι φανερό ότι καταναλώνεται ενέργεια από ηλεκτροβόρες συσκευές.

Είναι φανερό ότι εκτός από ηλεκτρική αυτονομία η μονάδα χρειάζεται και εναλλακτικές μορφές θέρμανσης. Αυτό μπορεί εύκολα να επιτευχθεί κυρίως μέσω της χρήσης λεβήτων βιομάζας με σκοπό τη θέρμανση των χώρων.

3.2.2 Εγκατεστημένη Ενεργειακή Ισχύς (kW) στα 6 Βασικά Κτίρια της Μονάδας

Στους πίνακες 3.3 έως 3.8 υπολογίζουμε την εγκατεστημένη ισχύς (kW) των 6 βασικών κτιρίων της Μονάδας

Πίνακας 3.3. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικών συσκευών στο Διοικητήριο.

ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ					
	1 ^{ος} όροφος	2 ^{ος} όροφος	ΚΨΜ	Ισχύς μίας μονάδας	Συνολική κατανάλωση [(β)+(γ)+(δ)].(ε)
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)
Λάμπες φθορισμού	60	74	1	36 W	6624 W
H/Y	5	5		120 W	1200 W
A/C	5	3		1250 W	16250 W
Ψυγείο			2	400 W	800 W
Τοστιέρα			1	3000 W	3000 W
ΣΥΝΟΛΟ					27,87 kW

Πίνακας 3.4. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικών συσκευών στο Γραφείο Κινήσεως.

ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ			
	Πλήθος	Κατανάλωση μίας μονάδας	Συνολική κατανάλωση
Λάμπες φθορισμού	25	36 W	900 W
A/C	1	1250 W	1250 W
ΣΥΝΟΛΟ			2,15 kW

Πίνακας 3.5. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικών συσκευών στα Μαγειρεία.

ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ			
	Πλήθος	Κατανάλωση μίας μονάδας	Συνολική κατανάλωση
Λάμπες φθορισμού	70	36 W	2520 W
Φούρνοι	2	5000 W	10000 W
Τηγανιέρες	2	1000 W	2000 W
Ψυγεία	3	1000 W	3000 W
Θερμοσίφωνα	1	4000 W	4000 W
ΣΥΝΟΛΟ			21,5 kW

Πίνακας 3.6. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικών συσκευών στο Υπόστεγο Συντήρησης.

ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ			
	Πλήθος	Κατανάλωση μίας μονάδας	Συνολική κατανάλωση
Λάμπες φθορισμού	168	36 W	6048 W
Λάμπες αλογόνου	2	150 W	300 W
A/C	3	1250 W	3750 W
ΣΥΝΟΛΟ			10,1 kW

Πίνακας 3.7. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικών συσκευών στο Λόχο Διοικήσεως

ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ					
	Ισόγειο	1 ^{ος} όροφος	ΚΨΜ	Κατανάλωση μίας μονάδας	Συνολική κατανάλωση [(β)+(γ)+(δ)].(ε)
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)
Λάμπες φθορισμού	78	92	4	36 W	6264 W
A/C	4	1	1	1250 W	7500 W
H/Y	4			120 W	480 W
Ψυγείο			2	400 W	800 W
Καταψύκτης			1	500 W	500 W
Φουρνάκι			1	1000 W	1000 W
Θερμοσίφωνα		1		4000 W	4000 W
Τοστιέρα			1	3000 W	3000 W
Μηχανή καφέ			1	3000 W	3000 W
ΣΥΝΟΛΟ					26,54 kW

Πίνακας 3.8. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικών συσκευών στα Ιατρεία.

ΙΑΤΡΕΙΑ			
Λάμπες φθορισμού	Πλήθος	Κατανάλωση μίας μονάδας	Συνολική κατανάλωση
	20	36 W	720 W
A/C	2	1250 W	2500 W
H/Y	1	120 W	120 W
ΣΥΝΟΛΟ			3,34 kW

3.2.3 Συνολική Πραγματική Ετήσια Ενεργειακή Κατανάλωση (kWh) των 6 Παραπάνω Κτιρίων

Στον πίνακα 3.9 υπολογίζουμε την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (kWh) των 6 βασικών κτιρίων της Μονάδας

Πίνακας 3.9. Συνολική Εγκατεστημένη ισχύς στα 6 Κτίρια.

A/A	ΚΤΙΡΙΟ	ΙΣΧΥΣ (KW)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡ. ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ (h)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Η (kWh)
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)=(γ) X (δ)	(στ)=(ε) X 200
1	ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	27,87	7	195,09	39018
2	ΓΡ. ΚΙΝΗΣΗΣ	2,15	7	15,05	3010
3	ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	21,5	7+	122,5+98,6=221,1	44220
4	ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡ	10,1	7	70,7	14140
5	ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	26,54	7+	157,8+107,45=265,25	53050
6	ΙΑΤΡΕΙΑ	3,34	7+	23,38+11,27=34,65	6930

3.2.4 Σύγκριση Τιμολογίου ΔΕΗ (56 Κτίρια) και Αναλυτικού Υπολογισμού Ενεργειακής Κατανάλωσης (6 Κτίρια)

Πίνακας 3.10. Πίνακας Σύγκρισης Τιμολογίου ΔΕΗ (56 Κτίρια) Και Αναλυτικού Υπολογισμού Ενεργειακής Κατανάλωσης (6 Κτίρια)

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΑΝΑΓΩΓΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΑ 56 ΚΤΙΡΙΑ (kWh)	ΚΟΣΤΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)
ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΔΕΗ	56	1490000	1490000	163900
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	6	160368	1496768	164644,48
ΑΠΟΚΛΙΣΗ			6768	744,48

3.3 Μελέτη του Συστήματος Θέρμανσης-Κίνησης στη Στρατιωτική Μονάδα

Κάθε Στρατιωτική Μονάδα χρεώνεται, από τον προϊστάμενο Σχηματισμό **ετήσιο πάγιο πετρέλαιο F54** κοινό για τους λέβητες και τα οχήματα. Λόγω της παρούσας δύσκολης οικονομικής και δημοσιονομικής κατάστασης της χώρας το εν λόγω πάγιο, έχει μειωθεί σημαντικά.

Για παράδειγμα σε μία πραγματική Στρατιωτική Μονάδα **με προσωπικό 250 άτομα 20 οχήματα και 11 λέβητες**, το ετήσιο πάγιο καύσιμο τα τελευταία έτη ανήλθε σε ποσότητες όπως στον πίνακα 3.11.

Πίνακας 3.11 Διατιθέμενο Πάγιο Καυσίμου 4 Τελευταίων Ετών

ΕΤΗ	ΠΑΓΙΟ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (lt)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΑΠΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΕΤΟΣ (%)
2009	200000	-
2010	180000	10
2011	112000	38
2012	102000	9

3.3.1 Σύστημα Θέρμανσης της Μονάδας

Για τη θέρμανση των χώρων γίνεται καύση πετρελαίου σε λέβητα και στη συνέχεια το θερμαντικό μέσο (νερό) διαμοιράζεται στα καλοριφέρ του κτιρίου. Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί με χρονοδιακόπτη που βρίσκεται πλησίον του λέβητα. Το σύστημα

θέρμανσης είναι αρκετά παλαιό και χρονολογείται από την εποχή κατασκευής του κτιρίου ενώ οι λέβητες θέρμανσης χρονολογούνται από το 1995. Το δίκτυο των σωληνώσεων περιλαμβάνει σιδεροσωλήνες οι οποίοι είναι ως επι το πλείστον χωρίς μόνωση ενώ μερικοί έχουν μερική μόνωση. Αρκετοί από αυτούς έχουν ίχνη σκωρίας γεγονός που συχνά προκαλεί την αστοχία τους με αποτέλεσμα την απώλεια του ψυκτικού μέσου.

3.3.1.1 Γενικά περί Λεβήτων - Καυστήρων

3.3.1.1.1 Λέβητας



Είναι το δοχείο όπου θερμαίνεται το νερό το οποίο κυκλοφορεί στις σωληνώσεις και μεταφέρει τη θερμότητα στα θερμαντικά σώματα. Εντός του λέβητα βρίσκονται τα καυσάερια(θερμαντικό μέσο) τα οποία θερμαίνουν το νερό (θερμαινόμενο μέσο) που κυκλοφορεί σε αυλούς(κανάλια) στο εσωτερικό του. Πρόκειται, δηλαδή, για έναν εναλλάκτη θερμότητας, μεταξύ των καυσαερίων και του νερού.

Οι λέβητες διακρίνονται σύμφωνα με το υλικό κατασκευής τους σε χαλύβδινου και χυτοσίδηρου. Η επιλογή του λέβητα βασίζεται σε υπολογισμό των θερμικών απωλειών του κτιρίου. Ο βαθμός απόδοσης ενός κοινού λέβητα κυμαίνεται στο 80-90%. Στις καινούργιες εγκαταστάσεις ο βαθμός απόδοσης πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 85%. Η χρήση λέβητων υψηλής απόδοσης επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου, άρα και το κόστος λειτουργίας κατά 15-20%. Η απόσβεση τους είναι σε 4-5 χρόνια.

Οι κατηγορίες είναι δύο:

■ Λέβητας συμπίκνωσης

Οι λέβητες συμπίκνωσης εκμεταλεύονται την θερμότητα καύσης εκπέμποντας καυσάερια πολύ χαμηλής θερμοκρασίας, κάτω των 100 βαθμών στα οποία οι υδρατμοί από την καύση υγροποιούνται. Οι λέβητες αυτοί έχουν ονομαστικό βαθμό απόδοσης (με βάση την κατωτέρα θερμογόνο δύναμη) που φθάνει ή ξεπερνά το 105% (πραγματικό βαθμό απόδοσης με βάση την ανωτέρα θερμογόνο δύναμη πάνω από 93%).

■ Λέβητας αερίου παλμικής καύσης

Οι λέβητες παλμικής καύσης λειτουργούν ουσιαστικά όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Ο αέρας και το αέριο καύσιμο εισάγονται σε ένα στεγανό θάλαμο καύσης σε κατάλληλες ποσότητες. Στη συνέχεια, το μίγμα αναφλέγεται με σπινθήρα και, όταν καεί πλήρως, απάγεται μέσω ενός σωλήνα εξαγωγής. Σχεδόν όλη η θερμότητα καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, αφού τα καυσάερια έχουν σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, της τάξης των 50 βαθμών. Όταν θερμανθεί πλήρως ο θάλαμος καύσης, τα επόμενα μίγματα αέρα/καυσίμου (οι παλμοί) αναφλέγονται αυτόματα χωρίς την ανάγκη ηλεκτρικού

σπινθήρα. Έτσι δεν απαιτείται ούτε καυστήρας που καταναλώνει καύσιμο ούτε φλόγα που διατηρείται συνεχώς αναμμένη.

3.3.1.2 Καυστήρας



Ο καυστήρας είναι η συσκευή στην οποία, προσαρμοσμένη πάνω στο λέβητα, επιτυγχάνει την ανάμειξη του καύσιμου υλικού με τον αέρα έτσι ώστε να συντηρείται η καύση.

Οι καυστήρες διακρίνονται σε τρεις τύπους ανάλογα με το καύσιμο (υγρό ή αέριο) που χρησιμοποιούν και τον τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου και την ανάμειξη του με τον αέρα καύσης.

- Καυστήρες εξάτμισης
- Καυστήρες διασκορπισμού
- Καυστήρες περιστροφής/φυγοκεντρικοί

3.3.1.2 Λόχος Διοικήσεως



Διατηρεί το λεβητοστάσιο στο ισόγειο. Ο λέβητας που χρησιμοποιεί είναι ο THERMOLEV TYPE 130 DG. Η THERMOLEV είναι μία εταιρεία κατασκευής χαλύβδινων λεβήτων για οικιακή και βιομηχανική χρήση. Η ισχύς του λέβητα τιμάται στα 130.000kcal/h(150kW). Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του καταναλώνει γύρω στα 13lt/h πετρέλαιο

θέρμανσης.

Ο λέβητας αυτός συνδέεται στο δίκτυο των καλοριφέρ του Λόχου έτσι ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη θέρμανση του κτιρίου

3.3.1.3 Διοικητήριο

Το διοικητήριο έχει σχεδόν το ίδιο εμβαδό με τον λόχο διοικήσεως. Διατηρείται και εκεί αποθήκη-λεβητοστάσιο ενώ ο τρόπος λειτουργίας (χρονικός) παραμένει ο ίδιος. Ο λέβητας που υπάρχει εκεί είναι της Ελληνικής Βιομηχανίας Φυρογένης μοντέλο SL 115. Δυστυχώς η εταιρεία έχει κλείσει με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ενημερωτικό υλικό για αυτό το λέβητα. Ο λέβητας έχει 100.000kcal/h ισχύ ενώ σύμφωνα με σχετικούς υπολογισμούς καταναλώνει 11lt/h πετρέλαιο θέρμανσης.

3.3.1.4 Υπόστεγο Συντήρησης

Αντιθέτως με τα δύο προηγούμενα κτίρια το υπάρχον υπόστεγο έχει αρκετά μεγάλες διαστάσεις, είναι παλαιό και με μηδενική θερμομόνωση. Αποτέλεσμα αυτού είναι να υπάρχει πολύ μεγάλη απαίτηση θέρμανσης του χώρου. Ο λέβητας που χρησιμοποιείται είναι ο ECOFLAM MAIOR P80 AB HS TL με ισχύς 800.000kcal/h (930kW) και κατανάλωση 70lt/h πετρέλαιο θέρμανσης.

3.3.1.5 Ιατρεία

Τα ιατρεία είναι το μικρότερο κτίριο της μονάδας. Έχει τον όγκο μίας οικίας και γι αυτό έχει αρκετά μικρότερο λέβητα πετρελαίου. Ο λέβητας είναι ο THERMOLEV TYPE 30(DG 30) με ισχύς 30.000kcal/h (35kW) και κατανάλωση 4lt/h πετρέλαιο θέρμανσης.

3.3.1.6 Ετήσια Κατανάλωση Πετρελαίου στη Μονάδα

Η στρατιωτική Μονάδα με το πετρέλαιο που της διατίθεται κάθε χρόνο, καθώς και με τις ισχύουσες διαταγές προισταμένων κλιμακίων, δύναται να λειτουργεί τους λέβητες, περί τις πέντε ώρες τη μέρα και για 5 μήνες το χρόνο. Η κατανάλωση και το συνολικό κόστος της στρατιωτικής Μονάδας φαίνεται στον πίνακα 3.12:

Πίνακας 3.12 Ετήσια Κατανάλωση Πετρελαίου στη Μονάδα

A/A	ΚΤΙΡΙΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt/h)	ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (h) (5 ώρες ημερησίως x 20 εργάσιμες ημέρες το μήνα x 5 μήνες το χρόνο)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt) (γ) X (δ)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)
1	Διοικητήριο	11	500	5500	5500
2	Λόχος Διοικήσεως	13	700	9100	9100
3	Υπόστεγο	70	500	35000	35000
4	Μαγειρεία	-	-	-	-
5	Γραφείο Κίνησης	-	-	-	-
6	Ιατρεία	4	700	2800	2800
ΣΥΝΟΛΟ				52400	52400

3.3.2 Σύστημα Καυσίμου Κίνησης στην Μονάδα

Στα στρατιωτικά οχήματα των Μονάδων χρησιμοποιείται ως καύσιμο το ίδιο πετρέλαιο DIESEL F 54 που χρησιμοποιείται και στους λέβητες θέρμανσης. Μία καλή εναλλακτική λύση στον τομέα μεταφορών του Στρατού Ξηράς για το μέλλον, θα ήταν η χρήση BIOΚΑΥΣΙΜΟΥ η καύση των οποίων δεν επιβαρύνει το ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Στην παρούσα εργασία δεν θα εξετάσουμε την αντικατάσταση του συμβατικού καυσίμου DIESEL με αντίστοιχο BIOΚΑΥΣΙΜΟ.

3.4 Βασικός Μηχανολογικός-Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός Στρατιωτικής Μονάδας

Στον πίνακα 3.13 φαίνεται ο υπάρχων **βασικός μηχανολογικός-ηλεκτρολογικός εξοπλισμός**, ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος στη πλειοψηφία των Μονάδων του Στρατού Ξηράς και χρησιμοποιείται για κάλυψη αναγκών θέρμανσης –ψύξης, καθώς και μόνωσης.

Πίνακας 3.13 Βασικός Μηχανολογικός-Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός

A/A	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ-ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΣΚΟΠΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
1	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ		
2	ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	ΨΥΞΗ	Ενεργειακή κλάση D σταθερών στροφών	
3	ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	PHILIPS TLD 36W/54-765	
4	ΣΩΜΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ	

3.5 Συμπεράσματα

3.5.1 Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου (πετρέλαιο-ΔΕΗ) στα 6 κτίρια

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι μία **Στρατιωτική Μονάδα αποτελούμενη από έξι (6) βασικά κτίρια** δαπανεί το έτος για θέρμανση και ηλεκτροδότηση, πετρέλαιο και κιλοβατώρες αντίστοιχα, ποσό ίσο με **70040 €** όπως φαίνεται στον πίνακα 3.14:

Πίνακας 3.14 Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου (πετρέλαιο-ΔΕΗ) στα 6 κτίρια

	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ DIESEL (lt)	ΚΟΣΤΟΣ (€) (β) X 1	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (KWh)	ΚΟΣΤΟΣ (€) (δ) X 0,11	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€) (γ)+(ε)
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	5500	5500	39018	4291,98	9791,98
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	9100	9100	53050	5835,5	14935,5
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ			3010	331,1	331,1
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	35000	35000	14140	1555,4	36555,4
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ			44220	4864,2	4864,2
ΙΑΤΡΕΙΑ	2800	2800	6930	762,3	3562,3
ΣΥΝΟΛΟ	52400	52400	160368	17640,48	70040

Το πετρέλαιο χρεώνεται 1€/lt

Το τιμολόγιο της ΔΕΗ είναι Β2 με 1KWh=0,11€

3.5.2 Εκπομπές CO₂, λόγω χρήσης πετρελαίου και παροχής ηλεκτρικού ρεύματος από ΔΕΗ στα 6 κτίρια.Χρησιμοποιούμε σχετικό πρόγραμμα της Greenpeace

3.5.2.1 Διοικητήριο όπως το Σχήμα 3.9

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία

» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	14.51
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	
	Υγραέριο	
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	42.92
	Συνολικές εκπομπές από την κατοικία	57.43 τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 3.9 Ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από το Διοικητήριο

3.5.2.2 Λόχος Διοικήσεως όπως το Σχήμα 3.10

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία

» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	24.01
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	
	Υγραέριο	
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	58.36
	Συνολικές εκπομπές από την κατοικία	82.37 τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 3.10 Ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από τον Λόχο Διοικήσεως

3.5.2.3 Γραφείο Κινήσεως όπως το Σχήμα 3.11

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία

» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	0.00
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	
	Υγραέριο	
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	3.31
	Συνολικές εκπομπές από την κατοικία	3.31 τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 3.11 Ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από το Γραφείο Κινήσεως

3.5.2.4 Υπόστεγο Συντήρησης όπως το Σχήμα 3.12

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία

» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	92.33
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	
	Υγραέριο	
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	15.55
	Συνολικές εκπομπές από την κατοικία	107.88 τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 3.12 Ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από το Υπόστεγο Συντήρησης

3.5.2.5 Μαγειρεία όπως το Σχήμα 3.13

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας
 Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.
 Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

» Στην κατοικία
 » Στο αυτοκίνητο

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως	
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)		
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)		
	Υγραέριο		
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	44220 kWh	48.64
		Υπολογισμός	
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία		48.64 τόνοι CO ₂ ετησίως	

Σχήμα 3.13 Ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από τα Μαγειρεία

3.5.2.6 Ιατρεία όπως το Σχήμα 3.14

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας
 Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.
 Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

» Στην κατοικία
 » Στο αυτοκίνητο

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως	
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)		
	2800	7.39	
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)		
	Υγραέριο		
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	6930 kWh	7.62
		Υπολογισμός	
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία		15.01 τόνοι CO ₂ ετησίως	

Σχήμα 3.14 Ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από τα Ιατρεία

3.5.2.7 Οι Συνολικές Ετήσιες Εκπομπές CO₂ των 6 Βασικών Κτιρίων φαίνονται στον πίνακα 3.15

Πίνακας 3.15 Συνολικές Ετήσιες Εκπομπές CO₂ των 6 Βασικών Κτιρίων

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗ CO ₂ (tn)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	57,43
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	82,37
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	3,31
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	107,88
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	48,64
ΙΑΤΡΕΙΑ	15,01
ΣΥΝΟΛΟ	315

Σκοπός στα επόμενα κεφάλαια είναι η μείωση του κόστους καυσίμου (70040 €), καθώς και η μείωση εκπομπών CO₂ (315 tn) των 6 βασικών κτιρίων μιας Στρατιωτικής Μονάδας.

Κεφάλαιο 4. Παραγωγή Ενέργειας Μέσω Φωτοβολταϊκών Με Σκοπό Την Εξοικονόμηση Ενέργειας

4.1 Γενικά Περί Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ή κυψελίδες, solar/photovoltaic cell) μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια ("Volt" από τον Alessandro Volta, 1745-1827). Τα ΦΒ είναι πολύ ευέλικτα συστήματα, μπορεί να καλύπτουν τόσο μικρές (π.χ. ενέργεια για ένα φορητό υπολογιστή), όσο και μεγάλες ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια (ένα ολόκληρο χωριό). Ιστορικά τα ΦΒ χρησιμοποιήθηκαν (και χρησιμοποιούνται) εκεί όπου είναι αδύνατη ή αντισυμβατική η χρήση συμβατικής ενέργειας, όπως στους δορυφόρους, σε απομακρυσμένα συστήματα τηλεπικοινωνιών, σε φάρους, για άντληση νερού κτλ.

Αν και πρακτικά τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι διαθέσιμα από τα μέσα του 1950 (εφαρμογή σε δορυφόρους), η διερεύνηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου ξεκίνησε το 1839, όταν ο Γάλλος επιστήμονας Edmond Becquerel ανακάλυψε ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν φωτίζει τις πλάκες από άργυρο σε μία υγρή μπαταρία.

Σήμερα το μέσο κόστος εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι σχετικά υψηλό και ανέρχεται περίπου σε 2-5 € ανά εγκατεστημένο W_p . Για σύγκριση, το κόστος εγκατάστασης των σύγχρονων μονάδων φυσικού αερίου ανά kW είναι αρκετά χαμηλότερο. Επίσης, η παραγόμενη σήμερα φωτοβολταϊκή kWh κοστίζει 15-50 c€.

Έκτός από το πρόβλημα του κόστους, ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει (όπως και με άλλες εναλλακτικές πηγές ενέργειας) είναι η ανάγκη αποθήκευσης της ενέργειας και η χρησιμοποίηση της σε ώρες που δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Πάντως είναι άμεσης προτεραιότητας η συνέχιση με εντατικότερους ρυθμούς της ερευνητικής προσπάθειας που θα κάνει το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από τα ΦΒ συγκρίσιμο με το κόστος από τα συμβατικά καύσιμα. Επίσης θα πρέπει να θεσπιστούν κίνητρα για την εγκατάσταση ΦΒ συστημάτων.

4.2 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Ένα ΦΒ στοιχείο είναι μια επαφή υλικών (συνηθέστερα ημιαγωγών), στην οποία, η αποσποφούμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Το φως παράγει 'ελεύθερα' ηλεκτρόνια και οπές, σ'ολη την έκταση των δύο σε επαφή ημιαγωγών. Όσα δημιουργούνται μέσα και κοντά στην επαφή των υλικών, προωθούνται από το εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο της επαφής, στα δύο άκρα της διάταξης, αντίστοιχα. Ο ρυθμός που παράγονται, οι ελεύθεροι φορείς είναι τέτοιος ώστε το ηλεκτρικό ρεύμα καθώς και η ηλεκτρική τάση στα άκρα του ΦΒ στοιχείου να διατηρούνται σε πρακτικά αξιοποιήσιμα επίπεδα, όσον αφορά την αποδιδόμενη σ'έναν καταναλωτή ηλεκτρική ισχύ. Συνεπώς το ΦΒ στοιχείο εμφανίζει χαρακτηριστικά πηγής ενέργειας, κατάλληλης για τροφοδοσία τυπικών ηλεκτρικών εφαρμογών. Συμπερασματικά, η συνεργασία των δύο αναφερθέντων παραγόντων, του ενδογενούς ηλεκτρικού πεδίου

των δύο σε επαφή φωτοαγώγιμων υλικών και του φωτός, παράγει το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

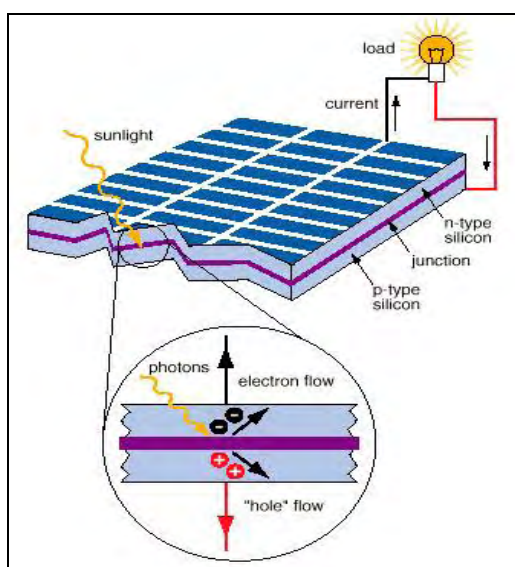
Επαφή υλικών + φως = Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το ηλιακό ή φωτοβολταϊκό στοιχείο (solar cell) αποτελείται ουσιαστικά από δύο ή περισσότερες στιβάδες ημιαγωγών. Όταν τα φωτόνια προσπίπτουν σε ένα στοιχείο, μπορούν να ανακλαστούν, να απορροφηθούν ή να διαπεράσουν το στοιχείο. Μόνο τα απορροφημένα φωτόνια δημιουργούν ιοντικά ζεύγη (ηλεκτρόνια και οπές) παράγοντας έτσι ηλεκτρισμό. Όταν συμβαίνει αυτό η ενέργεια του φωτονίου μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρόνιο ενός ατόμου του στοιχείου. Το ηλεκτρόνιο μπορεί να αποδράσει από τη θέση του δημιουργώντας μια «οπή». Αυτά τα φορτία κινούνται μέσα στο πλέγμα των ημιαγωγών και όταν περάσουν από τον έναν ημιαγωγό στον άλλον δημιουργούν ένα δυναμικό, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.1. Ένα τυπικό στοιχείο δημιουργεί ένα δυναμικό ανοικτού κυκλώματος περίπου 0,5 V συνεχούς ρεύματος. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ισχύος που παράγεται από ένα ΦΒ στοιχείο εξαρτάται από την απόδοση του στοιχείου (είδος υλικού), την επιφάνειά του και την ηλιακή ακτινοβολία (ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και μήκος κύματος της ακτινοβολίας). Η μέγιστη απόδοση που έχει επιτευχθεί μέχρι σήμερα είναι 25%.

Ένα τυπικό στοιχείο πυριτίου 100 cm² δημιουργεί περίπου 1,5 W ισχύ σε δυναμικό ανοικτού κυκλώματος περίπου 0,5 V DC και 3 A σε καλοκαιρινή ακτινοβολία (1000 Wm⁻²).

Η ένταση του ρεύματος εξαρτάται από:

- την απόδοση του στοιχείου,
- την επιφάνειά του και
- την ηλιακή ακτινοβολία (σχεδόν αναλογικά).



Σχήμα 4.1. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο σε ένα ηλιακό στοιχείο

4.3 Απόδοση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου:

Συλλογή της ηλιακής ενέργειας

Η ποσότητα της ενέργειας που λαμβάνεται εξαρτάται καθοριστικά από τον προσανατολισμό του συλλέκτη σε σχέση με τη γωνία του ήλιου.

- Κάτω από βέλτιστες συνθήκες μπορούν να ληφθούν ροές ενέργειας μέχρι 1000 W ανά m².
- Το χειμώνα, για τοποθεσία με γεωγραφικό πλάτος 40° (π.χ. Λάρισα), η ήλιος είναι «χαμηλά» και η μέση ροή ανέρχεται 300 W ανά m².

4.4 Εφαρμογές – κόστος

Η συνηθέστερη εφαρμογή της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας σήμερα είναι η κατασκευή αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων (off-grid system) δηλ. εγκαταστάσεων που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, ενός σπιτιού ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Εναλλακτικά, ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο (grid-connected system). Τα περισσότερα φωτοβολταϊκά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα εξυπηρετούν απομονωμένες χρήσεις, σε αντίθεση με τα συστήματα στις άλλες χώρες της Ε.Ε.

Το βασικό τμήμα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η φωτοβολταϊκή γεννήτρια (αποτελούμενη από τα στοιχεία), Σχήμα Το σύστημα περιλαμβάνει επίσης συσσωρευτές, διατάξεις για τη ρύθμιση και τη μετατροπή της τάσης και, συχνά, μια βοηθητική γεννήτρια.

Το κόστος των ΦΒ συστημάτων μειώνεται σταθερά με το χρόνο, χωρίς ακόμη βέβαια να ανταγωνίζεται τα συμβατικά καύσιμα Σχήμα 4.8. Όπως έχει λεχθεί και στο Κεφάλαιο 3, η αύξηση των ΦΒ συστημάτων είναι σημαντική τα τελευταία χρόνια, χωρίς ακόμη να μπορεί να λεχθεί ότι παίζουν κάποιο ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Η εγκατεστημένη φωτοβολταϊκή ισχύς στην Ε.Ε. το 2005 έφτασε τα 1793 MWp παρουσιάζοντας εντυπωσιακή αύξηση 56% σε σχέση με το 2004. Η ισχύς αυτή αντιστοιχεί χοντρικά στις ανάγκες 600.000 νοικοκυριών. Η Ελλάδα βρίσκεται περίπου στη μέση του Πίνακα, με μικρή όμως εγκατεστημένη ισχύ, ενώ η Γερμανία πρωταγωνιστεί κατέχοντας μερίδιο 85% της εγκατεστημένης ισχύος. Η επιτυχία αυτή της Γερμανίας (που έχει στόχο τις 100.000 φωτοβολταϊκές στέγες) οφείλεται στο συνδυασμό ενημέρωσης-ευαισθητοποίησης του κοινού με την ύπαρξη σημαντικών οικονομικών κινήτρων: ιδιαίτερα ελκυστικά επιτόκια δανεισμού (1,9%) και υψηλή τιμή αγοράς από τις εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (από 45 μέχρι και 60 c€/kWh, ανάλογα με την ισχύ και τη θέση της εγκατάστασης). Αν και η Γερμανία προηγείται στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος, το Λουξεμβούργο βρίσκεται μπροστά από την Γερμανία αναφορικά με την εγκατεστημένη ισχύ ανά κάτοικο (με 51,5 Wp/κάτοικο έναντι 18,5 Wp/κάτοικο στη Γερμανία).

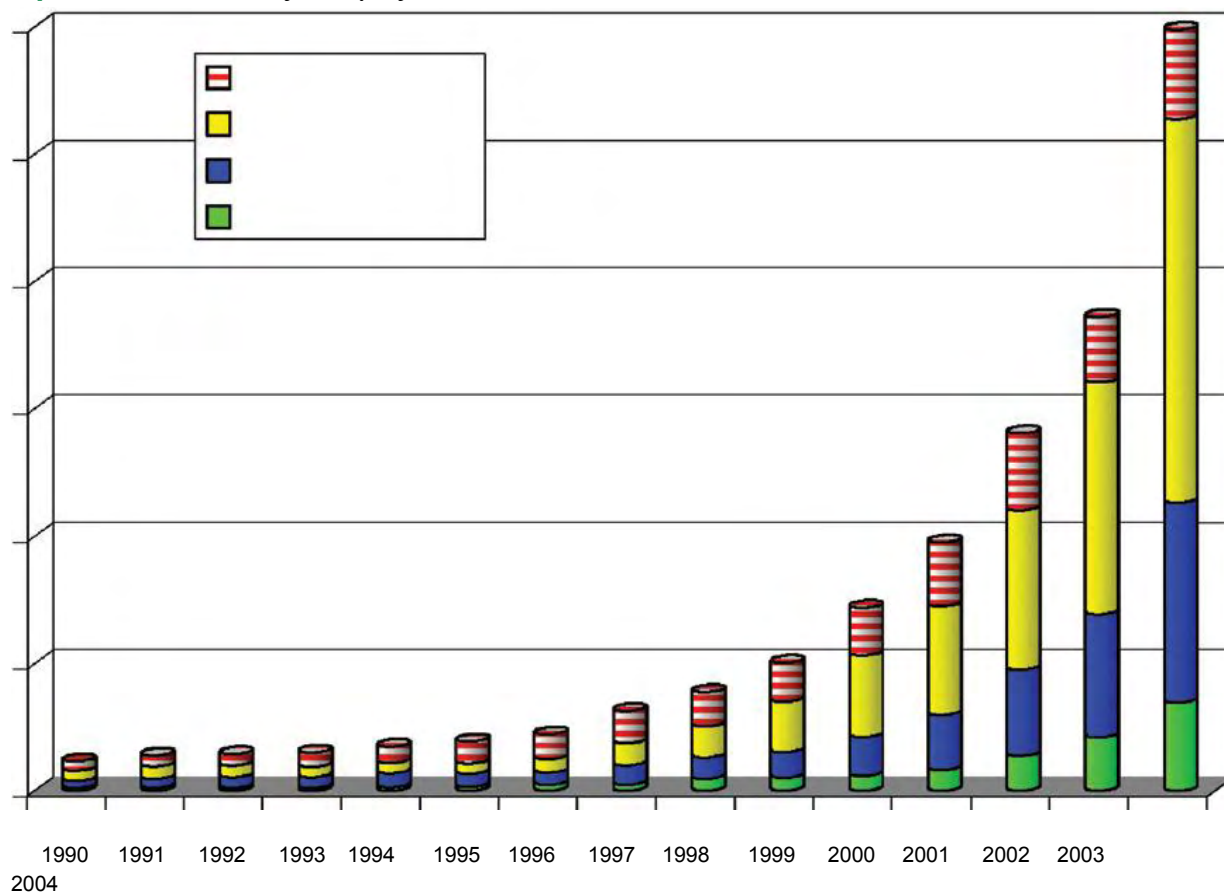
Στο σχήμα 4.2 βλέπουμε την παγκόσμια παραγωγή ισχύς (KW) μέσω φωτοβολταϊκών κελιών από το 1990 έως το 2004. Ο κατακόρυφος άξονας δείχνει την εγκατεστημένη ισχύς (0 έως 1200 MW) και ο οριζόντιος άξονας τα έτη.

Κόκκινο και άσπρο=ΗΠΑ

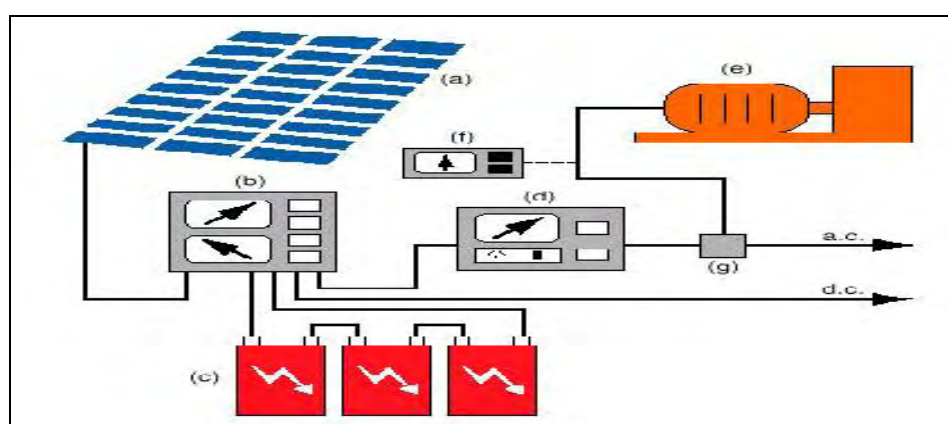
Κίτρινο=Ιαπωνία

Μπλε=Ευρώπη

Πράσινο=Υπόλοιπος Κόσμος



Σχήμα 4.2 Παγκόσμια Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) Λόγω Φ/Β Κελιών από το 1990 έως το 2004
(Πηγή: Jager Arnulf-Waldau, 2007)



Σχήμα 4.3 Σχηματικό διάγραμμα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

(a) ΦΒ πάνελo αποτελούμενο από 10-50 ΦΒ πλαίσια.

(b) Ρυθμιστής τάσης.

(c) Σύστημα αποθήκευσης με μπαταρίες.

- (d) Αναστροφέας από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα (π.χ. 240 V AC).
- (e) Βοηθητική γεννήτρια

4.5 Εφαρμογή στην Στρατιωτική Μονάδα



Τοποθετούμε στα 6 βασικά κτίρια της Μονάδας ΦΒ πλαίσια με σκοπό την αυτόνομη παραγωγή ενός ποσοστού του ηλεκτρικού ρεύματος που υπολογίσθηκε στη παράγραφο 3.2.3.

Θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα SMA Sunny Design 2.20

4.5.1 Γενικά περί SMA Sunny Design 2.20

4.5.1.1 Προβλεπόμενη χρήση

Το Sunny Design είναι ένα λογισμικό για τον προγραμματισμό και το σχεδιασμό Φ/Β εγκαταστάσεων. Μέσω του Sunny Design παρέχονται συστάσεις για έναν πιθανό σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης. Το Sunny Design προτείνει ένα συνδυασμό Φ/Β γεννητριών και μετατροπέων, ο οποίος ανταποκρίνεται στις επιθυμίες του πελάτη για το σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης, π.χ για την κατηγορία ισχύος και την ενεργειακή απόδοση. Επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης και γραφικής παράστασης της εν δυνάμει ιδιοκατανάλωσης ενέργειας της Φ/Β εγκατάστασης που σχεδίασε ο πελάτης.

Στο Σχήμα 4.4 εισάγουμε τα δεδομένα της τοποθεσίας, θερμοκρασιών και στοιχείων δικτύου, ενώ στο Σχήμα 4.5 εισάγουμε τα πάνελ, την μέγιστη ισχύς, καθώς και επιλέγουμε τους μετατροπείς (inverters). Τα αποτελέσματα της μελέτης ως προς το πλήθος των πάνελ, και των τεχνικών χαρακτηριστικών ρεύματος – τάσης (42 πάνελ πολυκρυσταλικά Schuco mpe 240 ps 04 eu Inverter sma tp 10000TL-10 τριφασικός) φαίνονται στο Σχήμα 4.6.

4.5.1.2 Προϋποθέσεις συστήματος

Υποστηριζόμενα λειτουργικά συστήματα:

- Windows XP 32-Bit και 64-Bit από Servicepack 3 και νεότερο, .NET Framework 4.0, Pentium IV 1 GHz, 1 GB RAM, 100 MB ελεύθερος χώρος στο σκληρό δίσκο
- Windows Vista 32-Bit και 64-Bit από Servicepack 2 και νεότερο, .NET Framework 4.0, Pentium IV 1 GHz, 1 GB RAM, 100 MB ελεύθερος χώρος στο σκληρό δίσκο

- Windows 7 32-Bit και 64-Bit, .NET Framework 4.0, Pentium IV 1 GHz, 1 GB RAM, 100 MB ελεύθερος χώρος στο σκληρό δίσκο

Συνιστώμενη ανάλυση οθόνη και ένταση χρώματος:

- Τουλάχιστον 1 024 pixel x 768 pixel
- 256 χρώματα

The screenshot shows the 'Εισαγωγή Δεδομένων' (Data Entry) window. It is divided into three main sections: 'Τοποθεσία' (Location), 'Ειδικές ρυθμίσεις' (Special settings), and 'Θερμοκρασίες' (Temperatures).

Τοποθεσία:

- Περιοχή: Southern Europe
- Χώρα: Greece
- Πόλη: Salunika
- Δημιουργία της δικής σας τοποθεσίας

Ειδικές ρυθμίσεις: (Empty section)

Θερμοκρασίες:

- Θερμοκρασία κυψέλης: -10
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος: 20
- Μέγνηση: 40

Σύνδεση δικτύου του μετατροπέα:

- Χαμηλή τάση / Μέση τάση
- Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)
- Ανοχή τάσης: ± 10 %
- Τριφασική τροφοδοσία: ☒
- Λάβει υπόψη το μέγ. μη ανιωτισθωμένο: 5.00 kVA
- Προσαρμογή για το συντελεστή μ...: 1.00

Σχόλιο: (Empty text area)

Σχήμα 4.4 Εισαγωγή Δεδομένων
(Πηγή SMA Sunny Design 2.20)

The screenshot shows the 'Φ/Β γεννήτρια 1' (PV Generator 1) and '1 x STP 10000TL-10' (Inverter) configuration windows.

Φ/Β γεννήτρια 1:

- Όνομασία: Φ/Ε γεννήτρια 1
- Κοστος: Schüco
- Φ/Β δομολ.: MPE 240 PS 04 EU
- Θερμοκρασία κυψέλης: -10 ... 70 °C
- Προσαρμογή: Αρ. φ/3 μονάδων: 42
- Μέγιστη ισχύς: 10.00 kWp
- Ευθυγράμμιση: Αζιμούθιο: 0°, Κλίση: 25°
- Τρόπος τοποθέτησης: Στέγη

1 x STP 10000TL-10:

- Μετατροπέας: STP 10000TL-10
- Αριθμός μετατροπέων: 1
- Μέν. ισχύς DC (cos φ = 1): 10.20 kW
- Μέν. ισχύς AC: 10.00 kVA
- Μέν. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1): 10.00 kW
- Σύνδεση AC: τριφασική
- Μέν. αποδοτικότητα: 98.1 %
- Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)
- Συντελεστής μετατόπισης cos φ: 1.00

Επισκόπηση μετατροπέων:

	Φ/Β γεννήτρια 1	Μέγιστη ισχύς	Λόγος ονομ. ισχύος	Συντ.ενεργ. χρήσης
1 x STP 10000TL-10	2 x 21 (A)	10.08 kWp	101 %	100 %

Σχήμα 4.5 Εισαγωγή των πάνελ, της μέγιστης ισχύος και των ινβέρτερ.
(Πηγή SMA Sunny Design 2.20)

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ			
Διαμόρφωση		Είσοδος Α	Είσοδος Β
Μετατροπέας:	STP 10000TL-10	Φ/Β γεννήτρια:	Φ/Β γεννήτρια 1
Ανεξάρτητες εισοδοί:	2	Αρ. φ/β μονάδων (είσοδος):	42
Μέγ. ισχύς DC ($\cos \varphi = 1$):	10.20 kW	Μέγιστη ισχύς (είσοδος):	10.08 kWp
Ελάχ. τάση DC:	150 V	Χαρακτηριστική φ/β τάση:	596 V ✓
(Τάση δικτύου 230 V)		Ελάχ. φ/β τάση:	538 V ✓
Μέγ. τάση DC (φωτοβολταϊκό (Φ/Β)):	1000 V	Μέγ. φ/β τάση:	873 V ✓
Μέγ. ρεύμα DC (Α/Β):	22/11 A	Μέγ. ρεύμα φ/β γεννήτρ.:	15.8 A ✓
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης (Α/Β):	33/12.5 A	Μέγ. φωτοβολταϊκό ρεύμα βραχυκύκλωσης:	17.2 A ✓

Σχήμα 4.6 42 πάνελ πολυκρυσταλικά Schuco mpe 240 ps 04 eu και Inverter sma tp 10000TL-10 τριφασικός
(Πηγή SMA Sunny Design 2.20)

4.5.2 Διοικητήριο

Εφαρμόζουμε το παραπάνω πρόγραμμα στο Διοικητήριο Το διοικητήριο ανήκει στις επαγγελματικές επιχειρήσεις όπου λειτουργούν μόνο τις εργάσιμες ημέρες

Στοιχεία ιδιοκατανάλωσης

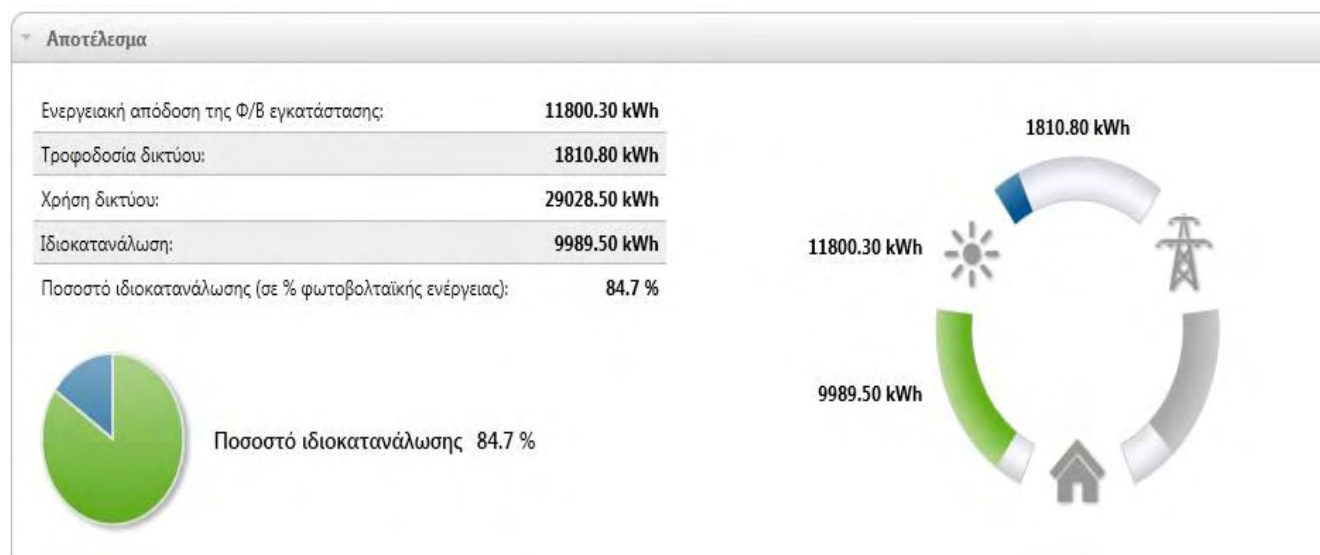
☐ Καμία ιδιοκατανάλωση
☒ Ιδιωτική κατοικία
☒ Επαγγελματική επιχείρηση
☐ Προσωπικά προφίλ κατανάλωσης

Τύπος:
Επαγγελματική επιχείρηση (κατά τις εργάσιμες ημ...

Διαχείριση προσωπικών προφίλ κατανάλωσης

Κατανάλωση ενέργειας ανά έτος:
39018 kWh

Σχήμα 4.7 Εφαρμογή “SMA Sunny Design 2.20” στο Διοικητήριο



Σχήμα 4.8 Αποτελέσματα Εφαρμογής “SMA Sunny Design 2.20” στο Διοικητήριο

Τα Αποτελέσματα Εφαρμογής του προγράμματος στο Διοικητήριο Φαίνονται στο Σχήμα 4.13 και στον Πίνακα 4.1

Το διοικητήριο έχει 39018 kWh ενεργειακές απαιτήσεις το χρόνο.

Τα φωτοβολταϊκά παράγουν 11800 kWh ενέργειας το χρόνο.

Το 84,7% των 11800 που παράγουν τα φωτοβολταϊκά δηλαδή 9989,5kwh το δίνουν στο διοικητήριο απευθείας κατά τη διάρκεια του έτους.

Το υπόλοιπο το δίνουν στο δίκτυο της ΔΕΗ – 1810 kWh.

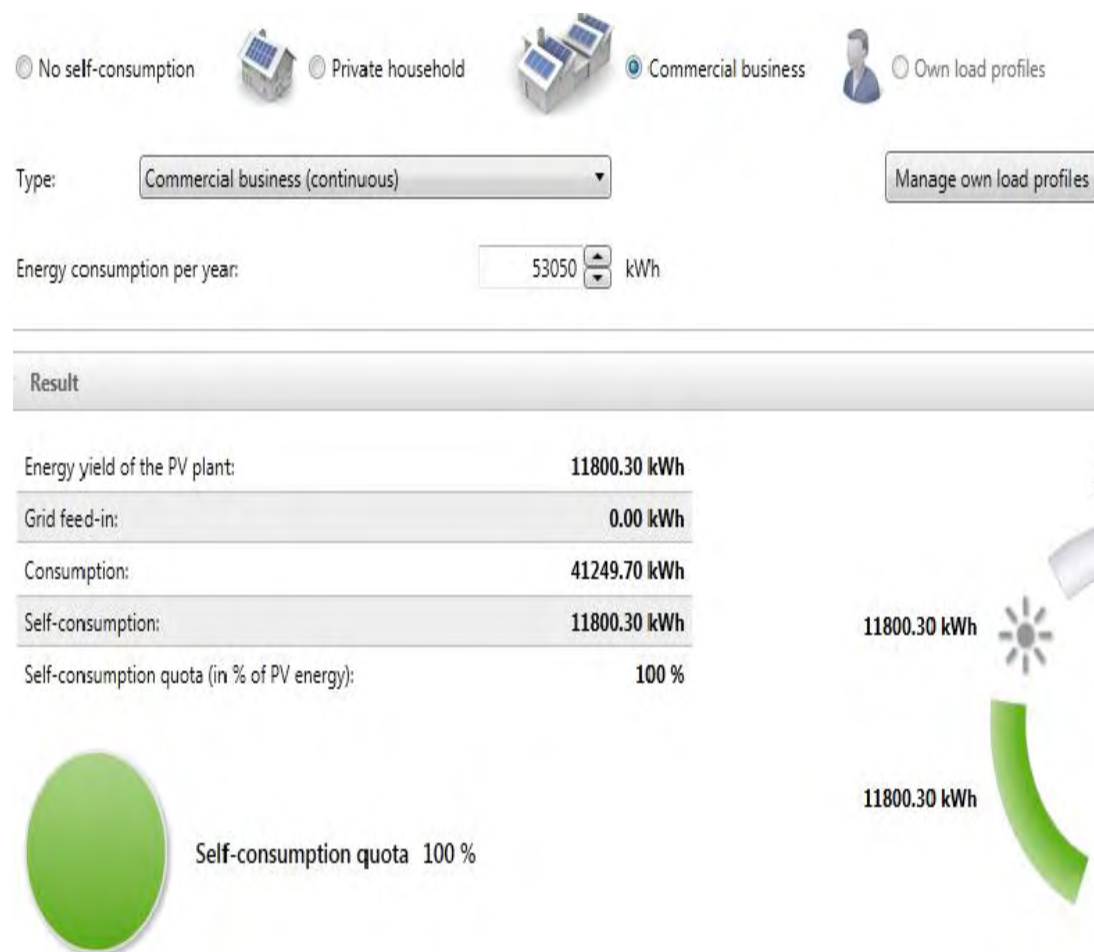
Το διοικητήριο λαμβάνει από το δίκτυο της ΔΕΗ άλλα 29028 kWh έτσι ώστε να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του

Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα Εφαρμογής “SMA Sunny Design 2.20” στο Διοικητήριο

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑ ΛΩΣΗΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh) (β) X (γ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (kWh)	ΕΞΑΡΤΗΣ Η ΑΠΟ ΔΕΗ (KWh) (ε)-(δ)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	11800,3	84,7	9989,5	39018	29028.5	1198,8

4.5.3 Λόχος Διοικήσεως

Ο Λόχος Διοικήσεως λογίζεται ως επαγγελματική επιχείρηση που έχει όμως συνεχές ωράριο (24 ώρες), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.9



The results displayed are estimates. They are determined mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no responsibility for the real self-consumption, which can deviate from the values displayed here. Consumption is determined significantly by individual consumption characteristics that can deviate from the load profile used for the calculation.

Σχήμα 4.9 Εφαρμογή και αποτελέσματα “SMA Sunny Design 2.20” στο Λόχο Διοικήσεως

Τα Αποτελέσματα Εφαρμογής του προγράμματος στον Λόχο Διοικήσεως Φαίνονται στο Σχήμα 4.9 και στον Πίνακα 4.2

Ο Λόχος Διοικήσεως έχει 53050 kWh ενεργειακές απαιτήσεις το χρόνο.

Τα φωτοβολταικά παράγουν 11800,3 kWh ενέργειας το χρόνο.

Το 100% των 11800 που παράγουν τα φωτοβολταικά το δίνουν στο διοικητήριο απευθείας κατά τη διάρκεια του έτους.

Στο δίκτυο της ΔΕΗ δεν δίνουν τίποτα.

Το διοικητήριο λαμβάνει από το δίκτυο της ΔΕΗ άλλα 41249,7 kWh έτσι ώστε να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του.

Πίνακας 4.2 Αποτελέσματα Εφαρμογής “SMA Sunny Design 2.20” στον Λόχο Διοικήσεως

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΒ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑ ΛΩΣΗΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh) (β) X (γ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (kWh)	ΕΞΑΡΤΗΣ Η ΑΠΟ ΔΕΗ (KWh) (ε)-(δ)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	11800,3	100	11800,3	53050	41249,70	1298

4.5.4 Υπόστεγο Συντήρησης

Επιλογή στοιχείων ιδιοκατανάλωσης. Το υπόστεγο ανήκει στις επαγγελματικές επιχειρήσεις

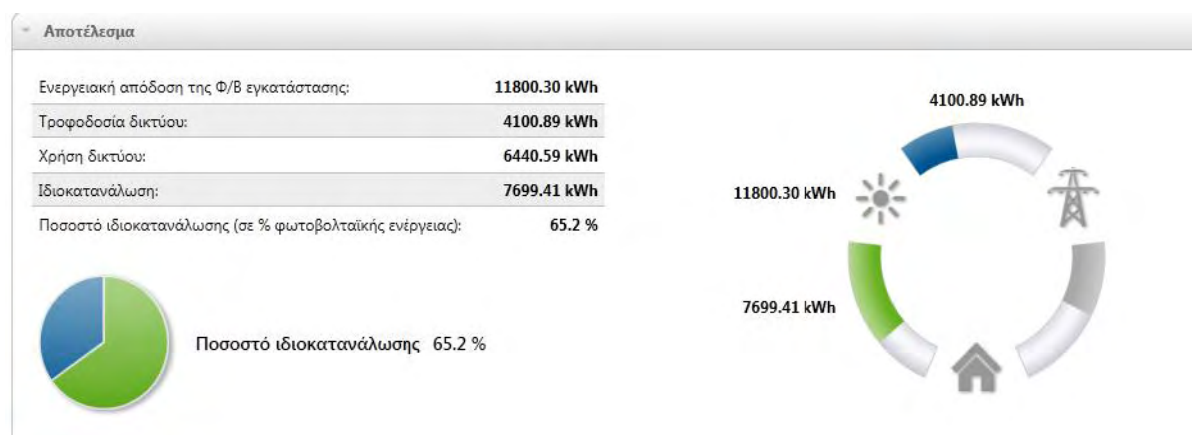
όπου λειτουργούν μόνο τις εργάσιμες ημέρες-ώρες. Σχήμα 4.10

Στοιχεία ιδιοκατανάλωσης

☐ Καμία ιδιοκατανάλωση
 ☒ Ιδιωτική κατοικία
 ☒ Επαγγελματική επιχείρηση
 ☐ Προσωπικά προφίλ κατανάλωσης

Τύπος: Επαγγελματική επιχείρηση (κατά τις εργάσιμες ημ...
 Διαχείριση προσωπικών προφίλ κατανάλωσης

Κατανάλωση ενέργειας ανά έτος: 14140 kWh



Σχήμα 4.10 Εφαρμογή και αποτελέσματα “SMA Sunny Design 2.20” στο Υπόστεγο Συντήρησης

Τα Αποτελέσματα Εφαρμογής του προγράμματος στο Υπόστεγο Συντήρησης Φαίνονται στο Σχήμα 4.10 και στον Πίνακα 4.3

Το υπόστεγο έχει 14140 kWh ενεργειακές απαιτήσεις το χρόνο. Τα φωτοβολταικά παράγουν 11800,30 kWh ενέργειας το χρόνο. Το 65,2% των 11.800 που παράγουν τα φωτοβολταικά δηλαδή 7699,4 kWh το δίνουν στο υπόστεγο απευθείας κατά τη διάρκεια του έτους. Το υπόλοιπο το δίνουν στο δίκτυο της ΔΕΗ – 4100,89 kWh. Το υπόστεγο λαμβάνει από το δίκτυο της ΔΕΗ άλλα 6440 kWh έτσι ώστε να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του.

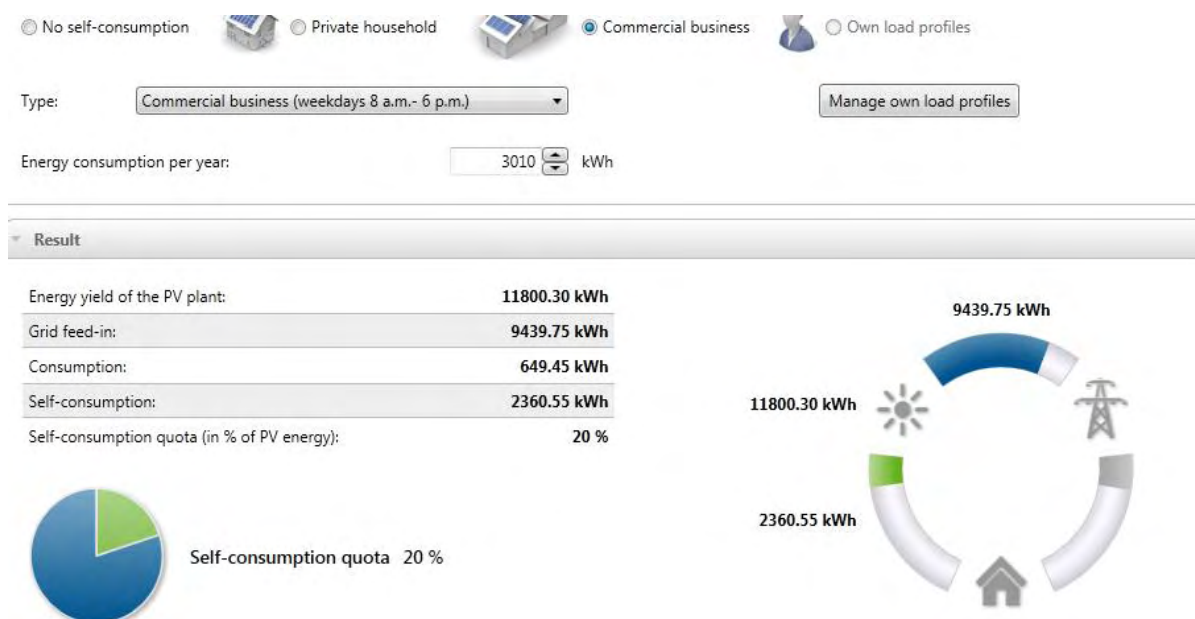
Πίνακας 4.3 Αποτελέσματα Εφαρμογής ‘SMA Sunny Design 2.20’ στο Υπόστεγο

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΒ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑ ΛΩΣΗΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh) (β) X (γ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (kWh)	ΕΞΑΡΤΗΣ Η ΑΠΟ ΔΕΗ (kWh) (ε)-(δ)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	11800,3	65,2	7699,41	14140	6440.59	846,93

4.5.5 Γραφείο Κινήσεως

Τα Αποτελέσματα Εφαρμογής του προγράμματος στο Υπόστεγο Συντήρησης Φαίνονται στο Σχήμα 4.11 και στον Πίνακα 4.4

Το εν λόγω κτίριο έχει 3010 kWh ενεργειακές απαιτήσεις το χρόνο. Τα φωτοβολταικά παράγουν 11800,30 kWh ενέργειας το χρόνο. Το 20% των 11.800 που παράγουν τα φωτοβολταικά δηλαδή 2360,55 kWh το δίνουν στο κτίριο απευθείας κατά τη διάρκεια του έτους. Το υπόλοιπο το δίνουν στο δίκτυο της ΔΕΗ – 9439,75 kWh. Το υπόστεγο λαμβάνει από το δίκτυο της ΔΕΗ άλλα 649,45 kWh έτσι ώστε να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του.

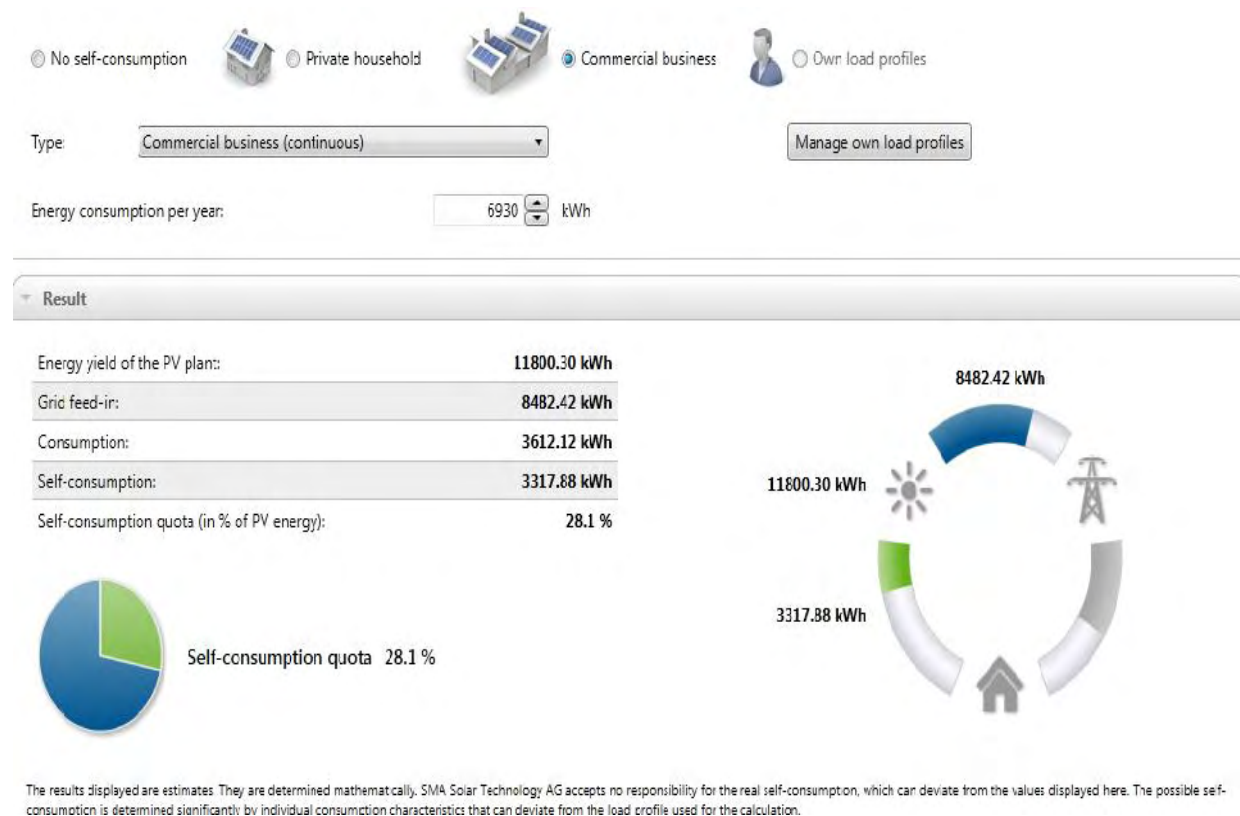


Σχήμα 4.11 Εφαρμογή και αποτελέσματα “SMA Sunny Design 2.20” στο Γρ. Κινήσεως

Πίνακας 4.4 Αποτελέσματα Εφαρμογής “SMA Sunny Design 2.20” στο Γραφείο Κίνησης

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΒ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑ ΛΩΣΗΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh) (β) X (γ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (kWh)	ΕΞΑΡΤΗΣ Η ΑΠΟ ΔΕΗ (kWh) (ε)-(δ)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	11800,3	20	2360,55	3010	649,45	259,66

4.5.6 Ιατρεία



Σχήμα 4.12 Εφαρμογή και αποτελέσματα “SMA Sunny Design 2.20” στα Ιατρεία

Τα Αποτελέσματα Εφαρμογής του προγράμματος στα Ιατρεία Φαίνονται στο Σχήμα 4.12 και στον Πίνακα 4.5

Το εν λόγω κτίριο έχει 6930 kWh ενεργειακές απαιτήσεις το χρόνο.

Τα φωτοβολταϊκά παράγουν 11800,30 kWh ενέργειας το χρόνο.

Το 28,1% των 11.800 που παράγουν τα φωτοβολταϊκά δηλαδή 3317,88 kWh το δίνουν στο κτίριο απευθείας κατά τη διάρκεια του έτους.

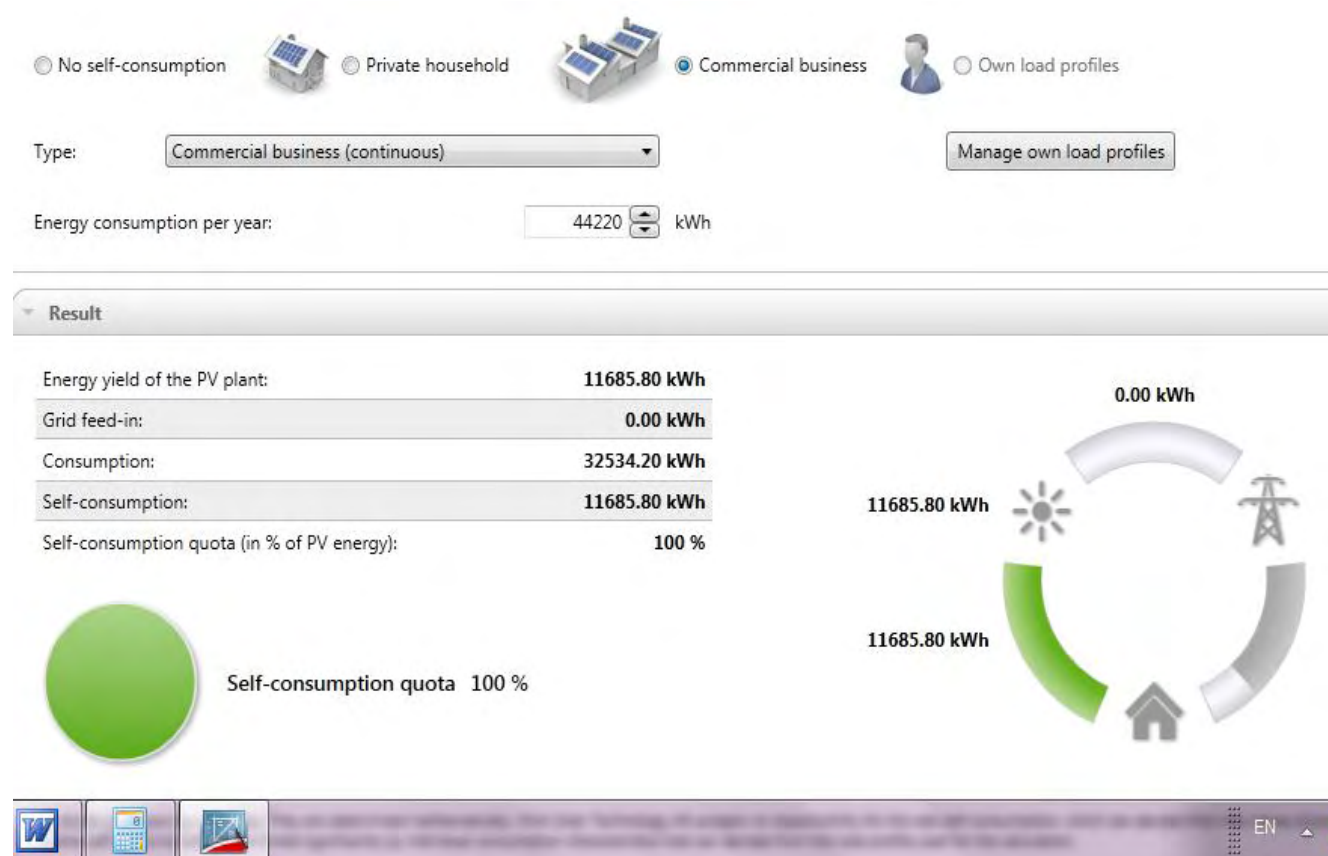
Το υπόλοιπο το δίνουν στο δίκτυο της ΔΕΗ – 8482,42 kWh.

Το υπόστεγο λαμβάνει από το δίκτυο της ΔΕΗ άλλα 3612,12 kWh έτσι ώστε να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του.

Πίνακας 4.5 Αποτελέσματα Εφαρμογής “SMA Sunny Design 2.20” στο Γραφείο Κίνησης

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΒ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑ ΛΩΣΗΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh) (β) X (γ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (kWh)	ΕΞΑΡΤΗΣ Η ΑΠΟ ΔΕΗ (kWh) (ε)-(δ)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
ΙΑΤΡΕΙΑ	11800,3	28,1	3317,88	6930	3612,12	364,97

4.5.7 Μαγειρεία



Σχήμα 4.13 Εφαρμογή και αποτελέσματα ‘SMA Sunny Design 2.20’ στα Μαγειρεία

Τα Αποτελέσματα Εφαρμογής του προγράμματος στα Μαγειρεία Φαίνονται στο Σχήμα 4.13 και στον Πίνακα 4.6.

Τα μαγειρεία εν λόγω κτίριο έχει 44220 kWh ενεργειακές απαιτήσεις το χρόνο.

Τα φωτοβολταϊκά παράγουν 11685,8 kWh ενέργειας το χρόνο.

Το 100% των 11685,8 που παράγουν τα φωτοβολταϊκά το δίνουν στα μαγειρεία απευθείας κατά τη διάρκεια του έτους.

Στο δίκτυο της ΔΕΗ δεν δίνουν τίποτα.

Το υπόστεγο λαμβάνει από το δίκτυο της ΔΕΗ άλλα 32534,2kwh ετσι ώστε να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του.

Πίνακας 4.6 Αποτελέσματα Εφαρμογής ‘SMA Sunny Design 2.20’ στα Μαγειρεία

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΒ (KWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑ ΛΩΣΗΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh) (β) X (γ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (KWh)	ΕΞΑΡΤΗΣ Η ΑΠΟ ΔΕΗ (KWh) (ε)-(δ)	ΕΤΗΣΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (€) (δ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	11685,8	100	11685,8	44220	32534,2	1285,44

4.6 Συμπεράσματα από την τοποθέτηση ΦΒ στα 6 κτίρια

4.6.1 Το Οικονομικό όφελος από την τοποθέτηση ΦΒ στα 6 κτίρια φαίνονται στους πίνακες 4.7 και 4.8

4.6.1.1 Η Συνολική Τροφοδοσία Δικτύου ΔΕΗ από τα Φ/Β στα 6 Κτίρια δύναται να αποτελέσει **πιθανό οικονομικό όφελος** το οποίο εξαρτάται από την συμφωνία ΓΕΣ με ΔΕΗ.

Πίνακας 4.7 Ρεύμα που Επιστρέφεται στη ΔΕΗ(Πιθανό Οικονομικό Όφελος)

ΚΤΙΡΙΟ	ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	Λ.ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	ΥΠΟΣΤΕΓΟ	ΓΡ.ΚΙΝΗΣΕΩΣ	ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	ΙΑΤΡΕΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh)	1810.8	0	4100.89	9439.75	0	8482.42	23834 kWh

4.6.1.2 Το Πραγματικό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος από Εξοικονόμηση Ρεύματος φαίνεται στον πίνακα 4.8

Πίνακας 4.8 Ετήσιο Οικονομικό Όφελος Στο Ρεύμα Μετά Την Τοποθέτηση Φ/Β στα 6 Κτίρια

	ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (€)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΠΟ Φ/Β (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (€)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	39018	15000	9989,5	1098,8
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	53050	15000	11800,3	1298
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	14140	15000	7699,41	846,93
ΓΡ. ΚΙΝΗΣΕΩΣ	3010	15000	2360,55	259,66
ΙΑΤΡΕΙΑ	6930	15000	3317,88	364,97
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	44220	15000	11685,8	1285,44
ΣΥΝΟΛΑ	160368	90000	46853,44	5154

Παρατηρούμε ότι εξοικονομούμε ετήσια ποσό **5154 (€)** με την τοποθέτηση Φ/Β πάνελ στα 6 κτίρια. Μπορεί Ιδιώτης να χρηματοδοτήσει την τοποθέτηση Φ/Β πάνελ σε στρατόπεδο (90000 € πίνακας 4.8), να πληρώνεται από την ΔΕΗ το ρεύμα που επιστρέφει σε αυτή (23834 kWh πίνακας 4.7), ενώ ο Στρατός θα χρησιμοποιεί το ρεύμα που παράγεται (46853,44 kWh πίνακας 4.8).

4.6.2 Υπολογισμός Μείωσης Εκπομπών CO₂ λόγω χρήσης Φ/Β

4.6.2.1 Διοικητήριο

Η Ιδιοκατανάλωση του διοικητηρίου είναι 9989,5 kWh. Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace για να υπολογίσουμε τις ποσότητες CO₂ που εξοικονομούμε λόγω χρήσης ΦΒ

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία
» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text" value="0.00"/>
		<input type="text"/>	λίτρα	
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	kWh	
	Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text" value="9989"/>	kWh	<input type="text" value="10.99"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία				<input type="text" value="Υπολογισμός"/>
				<input type="text" value="10.99"/> τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 4.14 Ποσότητα CO₂ που εξοικονομούμε από το Διοικητήριο

4.6.2.2 Λόχος Διοικήσεως

Η Ιδιοκατανάλωση του Λόχου Διοικήσεως είναι 11800,3 kWh. Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace για να υπολογίσουμε τις ποσότητες CO₂ που εξοικονομούμε λόγω χρήσης ΦΒ

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία
» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text" value="0.00"/>
		<input type="text"/>	λίτρα	
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	kWh	
	Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text" value="11800"/>	kWh	<input type="text" value="12.98"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία				<input type="text" value="Υπολογισμός"/>
				<input type="text" value="12.98"/> τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 4.15 Ποσότητα CO₂ που εξοικονομούμε από τον Λόχο Διοικήσεως

4.6.2.3 Υπόστεγο Συντήρησης

Η Ιδιοκατανάλωση του Υποστέγου Συντήρησης είναι 7699,41 kWh. Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace για να υπολογίσουμε τις ποσότητες CO₂ που εξοικονομούμε λόγω χρήσης ΦΒ

CO₂ Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας

Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.

» Στην κατοικία
» Στο αυτοκίνητο

Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)		Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/> κιλά <input type="text"/> λίτρα	<input type="text"/> 0.00
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/> m ³ <input type="text"/> kWh	<input type="text"/>
	Υγραέριο	<input type="text"/> κιλά	<input type="text"/>
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text"/> 7699 kWh	<input type="text"/> 8.47
	Συνολικές εκπομπές από την κατοικία		<input type="text"/> Υπολογισμός <input type="text"/> 8.47 τόνοι CO₂ ετησίως

Σχήμα 4.16 Ποσότητα CO₂ που εξοικονομούμε από τον Υπόστεγο Συντήρησης

4.6.2.4 Γραφείο Κινήσεως

Η Ιδιοκατανάλωση του Γραφείου Κινήσεως είναι 2360,55 kWh. Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace για να υπολογίσουμε τις ποσότητες CO₂ που εξοικονομούμε λόγω χρήσης ΦΒ.

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας
 Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.
 Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

» Στην κατοικία
 » Στο αυτοκίνητο

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	0.00
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	
	Υγραέριο	
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	2.60
	Υπολογισμός	
	2.60	
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία		2.60 τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 4.17 Ποσότητα CO₂ που εξοικονομούμε από το Γραφείο Κινήσεως

4.6.2.5 Ιατρεία

Η Ιδιοκατανάλωση των Ιατρείων είναι 3317,88 kWh. Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace για να υπολογίσουμε τις ποσότητες CO₂ που εξοικονομούμε λόγω χρήσης ΦΒ.

CO2 Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας
 Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.
 Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

» Στην κατοικία
 » Στο αυτοκίνητο

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	0.00
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	
	Υγραέριο	
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	3.65
	Υπολογισμός	
	3.65	
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία		3.65 τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 4.18 Ποσότητα CO₂ που εξοικονομούμε από τα Ιατρεία

4.6.2.6 Μαγειρεία

Η Ιδιοκατανάλωση των Μαγειρείων είναι 11685,8 kWh. Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace για να υπολογίσουμε τις ποσότητες CO₂ που εξοικονομούμε λόγω χρήσης ΦΒ.

CO₂ Calculator

Υπολογίστε τις εκπομπές σας
 Παρακάτω μπορείτε να μάθετε πόσο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές δραστηριότητές σας.
 Συμπληρώστε τα στοιχεία χωρίς να χρησιμοποιήσετε κόμμα ως διαχωριστικό (π.χ. 1000 κιλά ή 1000.67 kWh).

» Στην κατοικία
 » Στο αυτοκίνητο

Κατοικία	Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)	Τόνοι CO ₂ ετησίως	
	Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)		
	Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)		
	Υγραέριο		
	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	11685 kWh	12.85
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία		Υπολογισμός 12.85 τόνοι CO ₂ ετησίως	

Σχήμα 4.19 Ποσότητα CO₂ που εξοικονομούμε από τα Μαγειρεία

4.6.2.7 Η Συνολική Ετήσια Μείωση Εκπομπών CO₂, λόγω χρήσης Φ/Β φαίνεται στον πίνακα 4.9

Πίνακας 4.9 Συνολική Ετήσια Μείωση Εκπομπών CO₂ λόγω χρήσης Φ/Β

	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ Φ/Β (tn)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	10,99
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	12,98
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	2,60
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	8,47
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	12,85
ΙΑΤΡΕΙΑ	3,65
ΣΥΝΟΛΟ	52

Κεφάλαιο 5 Χρήση Των Δασικών Υπολειμμάτων Για Παραγωγή Βιομάζας Στη Μονάδα Και Υποστήριξη Του Συστήματος Θέρμανσης Της Μονάδας

5.1 Γενικά

Με τον όρο **βιομάζα** εννοούμε όλα τα υλικά (στερεά, υγρά ή αέρια) που περιέχουν άνθρακα και τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια (βιοενέργεια). Τα υλικά αυτά μπορούν απευθείας να καούν για παραγωγή θερμότητας ή ισχύος ή να μετατραπούν σε **βιοκαύσιμα** (π.χ. ξυλάνθρακας, βιοντίζελ). Η βιομάζα μπορεί να προέρχεται είτε άμεσα από πρωτογενή πηγή (φυτά), είτε έμμεσα από τα αστικά, βιομηχανικά ή αγροτικά απόβλητα. Έτσι οι επιστήμονες θεωρούν ως βιομάζα την ξυλεία, τα υπολείμματα της ξυλείας (κλαδιά, πριονίδια κτλ.) και της επεξεργασίας φυτικών καρπών (ελαιών, καφέ, καλαμποκιού, άχυρου κτλ.), τα λύματα των πόλεων, τα απορρίμματα και τα στερεά απόβλητα των κτηνοτροφικών μονάδων. Ο κλασικός ορισμός της βιομάζας είναι: η πρόσφατη οργανική ύλη που προέρχεται από τα φυτά ως αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής μετατροπής. Η ξυλεία και τα υπολείμματα δασοπονικών και αγροτικών δραστηριοτήτων αποτελούν το μεγαλύτερο και καλύτερα αξιοποιήσιμο μέρος της βιομάζας. Τα δάση και οι θαμνώνες αποτελούν το 92% της παραγόμενης βιομάζας. Η παραγόμενη ετησίως βιομάζα ανέρχεται περίπου σε $1,4 \times 10^{11}$ TΠ.

Γενικά, μόνο το 5% της συνολικής βιομάζας ενός φυτού κατάλληλο για τροφή. Υπάρχουν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για το υπόλοιπο 95%: η καύση του για παραγωγή θερμότητας και η μετατροπή του σε στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα ή άλλα χρήσιμα υλικά.

Δεν υπάρχουν αξιόπιστες εκτιμήσεις για τη συμμετοχή της βιομάζας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας και συχνά η βιομάζα δεν εμφανίζεται στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μιας χώρας. Είναι γεγονός πάντως αδιαμφισβήτητο ότι σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών (π.χ. Νεπάλ, Αιθιοπία, Κένυα). Ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες, η κατανάλωση βιοενέργειας δεν είναι αμελητέα και υπερβαίνει στο 3% της ενεργειακής κατανάλωσης. Ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Σουηδία, η Αυστρία και οι Η.Π.Α., που χρησιμοποιούν εκτεταμένα την ξυλεία, το ποσοστό αυτό μπορεί να είναι αρκετά μεγαλύτερο.

5.2 Είδη και Προέλευση της Βιομάζας

Παρακάτω συνοψίζονται με παραδείγματα τα διάφορα είδη βιομάζας που μπορούν να αξιοποιηθούν με ποικίλους τρόπους:

- *Ποώδεις ενεργειακές καλλιέργειες*: αναφέρονται σε πολυετή φυτά με ετήσια συγκομιδή που ξεκινά ύστερα από 2-3 χρόνια (μπαμπού, γλυκό σόργο, μισχανθός κτλ.). Με τον όρο ενεργειακές καλλιέργειες εννοούμε τα φυτά τα οποία αναπτύσσονται ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή, κυρίως, να μετατραπούν σε βιοκαύσιμα.
- *Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες*. Ειδικές φυτείες που ξυλεύονται σε 5-8 χρόνια (υβριδική ιτιά, υβριδική λεύκη, σφενδάμη, ευκάλυπτος, συκομουριά κτλ.).

Χρησιμοποιούνται κυρίως για παραγωγή θερμότητας (τηλεθέρμανση) και συμπαραγωγή (με προσθήκη σε άνθρακα) θερμότητας και ηλεκτρισμού.

- *Αγροτικές καλλιέργειες* (ζαχαροκάλαμο, σόγια, ηλιόσπορος, κράμβη η ελαιοφόρος) για παραγωγή βιοελαίων, βιοαιθανόλης και βιομεθανόλης, σακχάρων και βιοαποικοδομήσιμων πλαστικών υλικών. Το «ενεργειακό» λεγόμενο ζαχαροκάλαμο και το καλαμπόκι αποτελούν τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες για παραγωγή βιοαιθανόλης.
- *Υδατικές καλλιέργειες*: ορισμένα είδη φυκών και άλλα είδη της υδροπανίδας. Προς το παρόν χρησιμοποιούνται για παραγωγή εξειδικευμένων υλικών.
- *Ξυλεία γενικά, κλαδέματα, δασικά παραπροϊόντα* (κλαδιά, πριονίδια κλπ.). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για συμπαραγωγή.
- *Γεωργικά παραπροϊόντα* (καλαμπόκι, τσόφλια ρυζιού, άχυρα δημητριακών κτλ.)
- *Απορρίμματα-απόβλητα από τις βιομηχανίες τροφίμων* (χυμών, καφέ, πατάτας, ζάχαρης, ζύθου, γάλακτος, λιναρόσπορου κτλ.)
- *Παραπροϊόντα από επεξεργασία φυτών* (πυρηνόξυλο, βαμβακόσποροι, ζαχαροκάλαμο κτλ.)
- *Κτηνοτροφικά και πτηνοτροφικά κατάλοιπα* (κοπριά, παραγωγή βιοαερίου με αναερόβια ζύμωση)
- *Οικιακά απορρίμματα* (απευθείας καύση, αναερόβια ζύμωση)
- *Οικιακά λύματα και απόβλητα* ορισμένων βιομηχανιών επεξεργασίας οργανικών ουσιών (χάρτου-black liquor, δέρματος κτλ.)

Οι δύο κύριες πηγές βιοενέργειας είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες και τα απορρίμματα, δηλαδή τα προϊόντα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι ενεργειακές καλλιέργειες έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων, των αγροτών και των κρατών για διάφορους λόγους:

- Για την ανάγκη περιορισμού των εκπομπών του CO₂ που εκπέμπονται από την καύση των συμβατικών καυσίμων.

- Για την αξιοποίηση ενδογενών ενεργειακών πόρων, σε αντικατάσταση του εισαγόμενου πετρελαίου.

- Για να αντιμετωπιστεί μερικά το αγροτικό πρόβλημα της υπερπαραγωγής σε ορισμένα προϊόντα, των χαμηλών τιμών των προϊόντων και του περιορισμού ορισμένων «παραδοσιακών» καλλιεργειών.

Υγρασία βιομάζας

- Η βιομάζα περιέχει μεγάλες ποσότητες νερού, που συνήθως ξεπερνούν το 50%, ενώ στα φυτά φτάνει το 90%.
- «Ξηρή» καλείται η βιομάζα όταν έχει έλθει σε ισορροπία με το περιβάλλον, με τελικό ποσοστό υγρασίας 10-15%.
- Το ποσοστό υγρασίας εκφράζεται είτε ως προς την ξηρή βιομάζα είτε ως προς την «υγρή».
- Η παρουσία υγρασίας στη βιομάζα επιφέρει σημαντική μείωση της θερμαντικής αξίας της. Προσεγγιστικά, για κάθε 10% υγρασία της βιομάζας, η θερμαντική της αξία μειώνεται κατά 11%.

Σχήμα 5.1 Υγρασία Βιομάζας (Πηγή: Ν. Ανδρίτσος 'Ενέργεια και Περιβάλλον', Τόμος 2)

5.3 Πρώτη Ύλη

Η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία πρώτων υλών, καθώς αποτελείται από υλικά οργανικής προέλευσης όπως υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών και δασικών εργασιών, παραπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών, ζωικά απόβλητα, το οργανικό τμήμα των αστικών απορριμμάτων και τις ενεργειακές καλλιέργειες, και μπορεί να έχει πολλαπλές χρήσεις ανάλογα με το είδος και τις δυνατότητες τελικής αξιοποίησης. Πρακτικά στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο αναλυτικά η βιομάζα που σχετίζεται άμεσα με τη φυτική παραγωγή, περιλαμβάνει τα ακόλουθα.

- Φυτικές ύλες που προέρχονται από φυσικά οικοσυστήματα
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής.
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών
- Οι ενεργειακές καλλιέργειες

Το είδος και η προέλευση των διαφόρων πρώτων υλών βιομάζας συνδυάζεται με μεγάλο αριθμό αγροτικών δραστηριοτήτων (συγκομιδή υπολειμμάτων καλλιεργειών όπως το άχυρο σιτηρών, τα στελέχη του βαμβακιού κ.τ.λ) καθώς και με την εισαγωγή νέων ενεργειακών καλλιεργειών στο γεωργικό σύστημα.

Η πρώτη ύλη στην υπο μελέτη μονάδα αποτελείται από λοιπά γεωργικά κατάλοιπα. Η κατά 90% σύσταση αυτής είναι από ξηρά χόρτα.

Τα άχυρα σιτηρών χρησιμοποιούνται εκτενώς στην βιομάζα. Είναι το κατάλοιπο από το στέλεχος και τα φύλλα σιτηρών μετά το αλώνισμα και τον αποχωρισμό του καρπού.

Ανήκουν στην κατηγορία των υπολειμμάτων των αγροτικών φυτειών. Αποτελεί λιγνινοκυτταρινικό υλικό(όπως και τα ξυλώδη στελέχη βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου και αραβόσιτου, κλαδιά οπωροφόρων δένδρων) με σύνθεση 16 - 21% Λιγνίνη, 38 - 46 % κυτταρίνη Α, 5 - 9 % Ανόργανα συστατικά και 3 - 7 % Πυρίτιο. Η χρήση τους ως βιομάζα γίνεται σε μέσω ιδιαίτερων και εξειδικευμένων τεχνικών εγκαταστάσεων. Οι ποσότητες που διατίθενται είναι άμεσα συνδεδεμένες με την παραγωγή των σιτηρών.

5.4 Επιλογή Τοποθεσίας της Στρατιωτικής Μονάδας

Η συλλογή της πρώτης ύλης στη μονάδα μπορεί να γίνει από το προσωπικό της μονάδας. Ήδη η μονάδα διαθέτει οχήματα που ανά τα τακτά χρονικά διαστήματα μαζεύουν την ύλη και την πετάν ενώ δύο φορές το μήνα το προσωπικό συλλέγει τα χόρτα σε κάδους σκουπιδιών.

Ένα κοινό χαρακτηριστικό των μονάδων του Ελληνικού στρατού είναι οι μεγάλες χρήσεις γής. Οι εκτάσεις αυτές παραμένουν ανεκμετάλλευτες ως προς την καλλιέργεια τους. Περιέχουν πολλούς τόνους έμβιας μάζας την οποία θα μπορούσαν οι μονάδες να την εκμεταλλευτούν είτε για καύση είτε μετέπειτα για παραγωγή ενέργειας. Αντιθέτως η

κοινή αντιμετώπιση σε αυτό το θέμα είναι η αποκομιδή της πρώτης αυτής ύλης σε κάδους και μετά η απόρριψη της σε κάδους. Πολλές φορές γίνεται άμεση καύση αυτής της ύλης στα χωράφια με ότι συνεπάγεται αυτό για το περιβάλλον.

Η μονάδα βρίσκεται στο Θεσσαλικό κάμπο. Διαθέτει 1045 στρέματα γόνιμης γής η οποία διαθέτει έμβια ύλη. Η χρήση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι δύσκολη ετσι ώστε να επιτευχθεί στα πλαίσια μίας στρατιωτικής μονάδας. Όμως είναι δυνατή η βιοτεχνική παραγωγή καύσιμης ύλης ετσι ώστε με την κατάλληλη χρήση να υποστηριχθεί ή να αντικατασταθεί το σύστημα θέρμανσης της μονάδας.

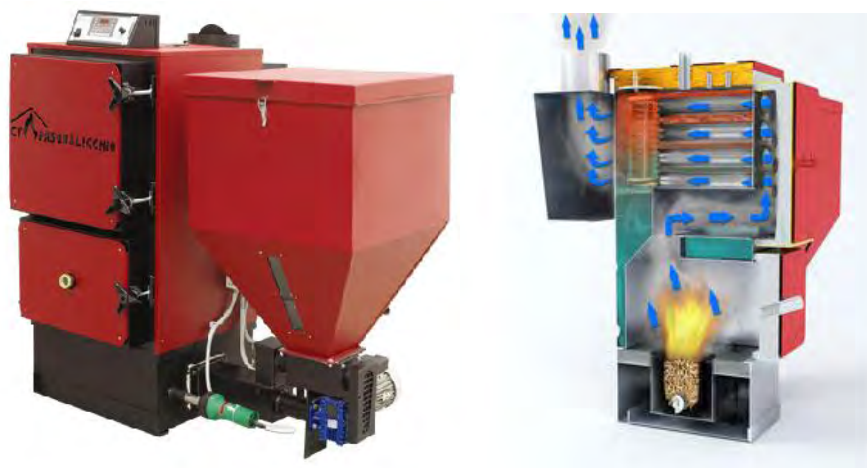
5.5 Επιλεγμένη Λύση για την Στρατιωτική Μονάδα με Επιλογή Λεβήτων ΒΙΟΜΑΖΑΣ

5.5.1 Αντικατάσταση των Λεβήτων Θέρμανσης με Στόχο την Κατανάλωση Βιομάζας.

Για να επιτευχθεί η λειτουργία της μονάδας σε συνδυασμό με την χρήση βιομάζας απαιτείται η αντικατάσταση των λεβήτων θέρμανσης με λέβητες βιομάζας. Πλέον έχει ποικιλία από λέβητες κατανάλωσης βιομάζας. Οι σύγχρονοι λέβητες που χρησιμοποιούν τεμάχια ξύλου ή πελλέτες είναι συσκευές υψηλής τεχνολογίας με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου, λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες και με ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα. Έχουν απόδοση περισσότερο από 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση.

Οι σύγχρονοι λέβητες δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι τόσο χαμηλές όσο και αυτές των λεβήτων φυσικού αερίου. Τα πιο εξελιγμένα μοντέλα διαθέτουν αυτόματο σύστημα καθαρισμού των επιφανειών εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη απομάκρυνση της τέφρας. Ορισμένα μοντέλα συμπιέζουν την τέφρα ώστε το καθαρίσμα να είναι αναγκαίο μόνο δύο φορές το χρόνο.

Για την αντικατάσταση των λεβήτων της Μονάδας έγινε σχετική έρευνα αγοράς. Η έρευνα κατέληξε στην Ιταλική εταιρεία CT Pascualicchio και στη σειρά CS Marina η οποία εισάγεται από την εταιρεία Nature Energy και είναι Ιταλικής κατασκευής. Η αγορά πλέον διαθέτει πληθώρα από λέβητες. Η κύρια παραγωγή γίνεται στις βόρειες Ευρωπαϊκές χώρες.

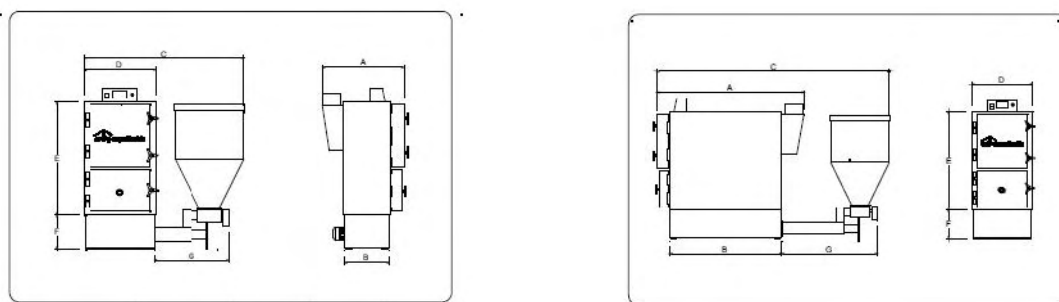


Ο λέβητας είναι κατασκευασμένος από χαλύβδινους σωλήνες MANESMAN. Ο καυστήρας είναι κατασκευασμένος από χυτοσίδηρο. Η βαφή των εξωτερικών επιφανειών είναι φούρνου για ιδιαίτερη αντική. Το καύσιμο υλικό είναι τοποθετημένο σε μία δεξαμενή και οδηγείται με αυτόματο τρόπο στην καύση. Ένας κοχλίας προωθεί με ανάλογα επιλεγμένη ταχύτητα την απαραίτητη ποσότητα για την επίτευξη της θερμοκρασίας που ζητείται. Η φλόγα που δημιουργείται θερμαίνει την ποσότητα του νερού που κυκλοφορεί μέσα στα υδατοστεγή διαμερίσματα του σώματος του λέβητα. Παράλληλα ο καπνός απάγεται οδηγούμενος διαμέσου μιας διαδρομής η οποία υποχρεώνει γυρνώντας τρεις φορές μέσα στην κατασκευή να μεταφέρει όλες τις θερμίδες στο νερό.

Ο ίδιος λέβητας μπορεί να καταναλώσει και ξύλα με αυτόματη μετάβαση.

Η σειρά αυτή κατασκευάζεται από 25.000kcal/h ισχύ που είναι για ένα σπίτι μέχρι και 950.000 kcal/h που είναι για μια μεγάλη εγκατάσταση όπως τα υπο μελέτη υπόστεγα συντηρήσεως.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον πίνακα. 5.1



ΜΟΝΤΕΛΟ	Cs25	Cs40	Cs60	Cs80	Cs99	Cs130	Cs180	Cs230	Cs300	Cs400	Cs500	Cs650	Cs800	Cs950
ΙΣΧΥΣ (kW)	29,00	46,40	69,60	92,80	114,84	150,80	208,80	266,80	348,00	464,00	580,00	754,00	928,00	1102,00
ΙΣΧΥΣ (kcal/h)	25.000	40.000	60.000	80.000	99.000	130.000	180.000	230.000	300.000	400.000	500.000	650.000	800.000	950.000
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ														
A (mm)	710	910	1110	1310	1520	1430	1680	1980	1980	2230	2680	2780	3080	3380
B (mm)	390	540	740	940	1150	950	1200	1500	1450	1800	2150	2150	2450	2750
C (mm)	1400	1400	1400	1400	2390	2280	3040	3340	3940	4290	4540	4970	5270	5570
D (mm)	630	630	630	630	630	980	980	980	1100	1100	1110	1310	1310	1310
E (mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1350	1350	1350	1450	1700	1700	1700	2000	2000
F (mm)	300	300	300	300	300	350	450	450	450	450	450	450	450	450
G (mm)	660	660	660	660	985	972	1740	1740	1890	1890	1890	2220	2220	2220
Καπνοδόχος(mm)	160	200	200	200	200	300	300	300	350	350	350	450	450	450
Βάρος (kg)	400	460	535	580	670	1120	1580	1830	2600	2980	3300	5580	6120	6710
Δεξαμενή (lit/kg)	200/130	200/130	200/130	200/130	200/130	300/200	300/200	300/200	900/600	900/600	900/600	900/600	900/600	900/600
Συνδεση	1"	1" 1/2	1" 1/2	1" 1/2	1" 1/2	2" 1/2	2" 1/2	2" 1/2	3"	3"	3"	4"	4"	4"
Πίεση λειτουρ. (bar)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Περιεκτικότητα νερού(lit)	82	115	152	195	135	400	500	585	750	1120	1315	1520	1580	1605
Κατανάλωση (kg/h)	6,7	11,3	15,8	21,1	26,7	34,4	47,6	60,8	79,1	105,6	132,0	171,4	210,9	250,6
Ηλεκτρική ισχύς	500W	500W	500W	1000W	1000W	1000W	1000W	1000W	1500W	1500W	1500W	1500W	1500W	1500W

Πίνακας 5.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λέβητα Βιομάζας σειρά CS Marina

Τα εν σημασία μεγέθη είναι η κατανάλωση σε kg/h και η ισχύς είτε σε kcal/h είτε σε kW. Βάση των τεχνικών χαρακτηριστικών επιλέχθηκαν οι παρακάτω λέβητες για κάθε κτίριο ξεχωριστά.

5.5.2 Συγκριτικοί Πίνακες Λεβήτων Θέρμανσης (Πετρελαίου-Βιομάζας) στα 4

Βασικά Κτίρια

Στους πίνακες 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 φαίνεται το υπάρχον και το προτεινόμενο σύστημα θέρμανσης στα 4 κτίρια της Μονάδας

5.5.2.1 Λόχος Διοικήσεως όπως στον πίνακα 5.2

Πίνακας 5.2

	ΤΥΠΟΣ ΛΕΒΗΤΑ	ΙΣΧΥΣ (kcal/h kW)	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt/h) (Kg/h)	ΤΙΜΗ (€)
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ)	THERMOLEV TYPE 130 (DG 130)	130.000 kcal/h - 150kW	Πετρέλαιο	13lt/h	
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ (ΒΙΟΜΑΖΑ)	C.T.PASQUALICCHIO S.r.l. - CS MARINA 130	130.000kcal/h - 150kW	Pelletes	34,4kg/h	8350

5.5.2.2 Υπόστεγο Συντήρησης όπως στον πίνακα 5.3

Πίνακας 5.3

	ΤΥΠΟΣ ΛΕΒΗΤΑ	ΙΣΧΥΣ (kcal/h kW)	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt/h) (Kg/h)	ΤΙΜΗ ΑΓΟΡΑΣ (€)
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ)	ECOFLAM MAIOR P80 AB HS TL	800.000 930	Πετρέλαιο	70	
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ (ΒΙΟΜΑΖΑ)	C.T.PASQUALICCHIO S.r.l. - CS MARINA 800	800.000 930	Στερεά καύσιμα Pellete Διάμετρος 6-8mm για το σύστημα αυτόματης τροφοδοσίας	210	30000

5.5.2.3 Διοικητήριο όπως στον πίνακα 5.4

Πίνακας 5.4

	ΤΥΠΟΣ ΛΕΒΗΤΑ	ΙΣΧΥΣ (kcal/h kW)	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt/h) (Kg/h)	ΤΙΜΗ (€)
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ)	ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ SL 115	115.000 133	Πετρέλαιο	11	
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ (ΒΙΟΜΑΖΑ)	C.T.PASQUALICCHIO S.r.l. - CS MARINA 130	130.000 150	Στερεά καύσιμα pellette (Διάμετρος 5-50mm για το σύστημα αυτόματης τροφοδοσίας)	34,4	8350

5.5.2.4 Ιατρεία όπως στον πίνακα 5.5

Πίνακας 5.5

	ΤΥΠΟΣ ΛΕΒΗΤΑ	ΙΣΧΥΣ (kcal/h kW)	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt/h) (Kg/h)	ΤΙΜΗ (€)
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ)	THERMOLEV TYPE 30(DG 30)	30.000 35	Πετρέλαιο	4	
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ (ΒΙΟΜΑΖΑ)	C.T.PASQUALICCHIO S.r.l. - CS MARINA 40	40.000 46	Στερεά καύσιμα (Διάμετρος 5-50mm για το σύστημα αυτόματης τροφοδοσίας)	11,3	3500

Η λιανική τιμή της πελλέτας στη χώρα μας, στην παρούσα φάση, είναι περί τα 180-200 ευρώ/τόνο

Για τους μεγάλους καταναλωτές οι τιμές συνήθως διαμορφώνονται στα 130-150 ευρώ/τόνο

5.5.3 Παραγωγή - Προμήθεια Πρώτης Ύλης Βιομάζας

5.5.3.1 Περίπτωση Αγοράς Βιομάζας Από Εγχώριες Βιομηχανίες και Εισαγωγείς

Σήμερα η αγορά διαθέτει πληθώρα βιομηχανιών παραγωγής μπρικετών. Μερικές από αυτές είναι

- ❖ Bioenergy Hellas, Συκούριο Λάρισας, 5000 τόνοι ανα έτος
- ❖ ΜΑΚΗ ΑΕ, ΒΙΠΕ Λάρισας, 35000 τόνοι ανα έτος
- ❖ Alfa Wood, Νευροκόπι, 65000 τόνοι ανα έτος

Τα μεγέθη των τιμών σε περίπτωση αγοράς όλης της ποσότητας βιομάζας από βιομηχανίες παρουσιάζονται στον πίνακα 5.6

Πίνακας 5.6 Κόστος Καυσίμου Λεβήτων Βιομάζας στα 4 Κτίρια

Α / Α	ΚΤΙΡΙΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kg/h)	ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (5 ώρες x 20 εργάσιμες μέρες x 5 μήνες)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (€)	
				(kg)	(tn)	150	200
1	Διοικητήριο	34,4	500	17200	17,2	2580	3440
2	Λόχος Διοικήσεως	34,4	700	24080	24,08	3612	4816
3	Υπόστεγο	210	500	105000	105	15750	21000
4	Μαγειρεία	-	-	-	-	-	-
5	Γραφείο Κίνησης	-	-	-	-	-	-
6	Ιατρεία	11,3	700	7910	7,91	1186,5	1582
					ΣΥΝΟΛΟ	23128,5	30838

Για **150 ευρώ/tn** το ετήσιο κόστος καυσίμου είναι **23128,5 ευρώ** το έτος, ενώ για **200 ευρώ/tn** είναι **30838 ευρώ** το έτος.

Αντιθέτως με τη χρήση **πετρελαίου** το κόστος είναι στα **52400 ευρώ** το χρόνο.

Επομένως η αλλαγή των καυστήρων της μονάδας από πετρελαίου σε βιομάζα προσφέρει **εξοικονόμηση χρημάτων σε καύσιμο από 55% έως 40%.**

5.6 Συμπεράσματα

5.6.1 Η απόσβεση λόγω χρήσης λεβήτων βιομάζας φαίνεται στον πίνακα 5. 7

Πίνακας 5.7 Απόσβεση	
	ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 3 ΕΤΗ (€)
ΛΕΒΗΤΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	50200+30838+30838+30838= 142714
ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	52400+52400+52400= 157200

Παρατηρούμε ότι μετά από το 3^ο έτος ξεκινάει η απόσβεση και διαρκεί 4 έτη διότι:
 $157200 - 142714 = 14486 \times 4 = 57944 > 50200$

5.6.2 Μείωση εκπομπών CO₂ λόγω χρήσης λεβήτων βιομάζας σε 4 βασικά κτίρια.
Χρησιμοποιούμε το πρόγραμμα της Greenpeace.

5.6.2.1 Διοικητήριο όπως Σχήμα 5.2

Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου: 5500

Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text" value="14.51"/>
	<input type="text" value="5500"/>	λίτρα	
Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	kWh	
Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text"/>	kWh	<input type="text"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία			Υπολογισμός
			<input type="text" value="14.51"/> τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 5.2 Μείωση εκπομπών CO₂ Διοικητήριο

5.6.2.2 Λόχος Διοικήσεως όπως Σχήμα 5.3

Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου: 9100

Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text" value="24.01"/>
	<input type="text" value="9100"/>	λίτρα	
Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	kWh	
Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text"/>	kWh	<input type="text"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία			Υπολογισμός
			<input type="text" value="24.01"/> τόνοι CO ₂ ετησίως

Σχήμα 5.3 Μείωση εκπομπών CO₂ Λόχο Διοικήσεως

5.6.2.3 Υπόστεγο Συντήρησης όπως Σχήμα 5.4

Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου: 35000

Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text" value="92.33"/>
	<input type="text" value="35000"/>	λίτρα	
Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	kWh	
Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text"/>	kWh	<input type="text"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία			<input type="text" value="Υπολογισμός"/>
			<input type="text" value="92.33"/>
			τόνοι CO₂ ετησίως

Σχήμα 5.4 Μείωση εκπομπών CO₂ Υπόστεγο Συντήρησης

5.6.2.4 Ιατρεία όπως Σχήμα 5.5

Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου: 2800

Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text" value="7.39"/>
	<input type="text" value="2800"/>	λίτρα	
Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	kWh	
Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text"/>	kWh	<input type="text"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία			<input type="text" value="Υπολογισμός"/>
			<input type="text" value="7.39"/>
			τόνοι CO₂ ετησίως

Σχήμα 5.5 Μείωση εκπομπών CO₂ Ιατρεία

5.6.2.5 Η Συνολική Ετήσια Εξοικονόμηση Εκπομπών CO₂, λόγω χρήσης λεβήτων βιομάζας στα 4 κτίρια φαίνεται στον πίνακα 5.8

Πίνακας 5.8 Συνολική Εξοικονόμηση CO₂

	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (tn)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	14,51
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	24,01
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	-
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	92,33
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	-
ΙΑΤΡΕΙΑ	7,39
ΣΥΝΟΛΟ	138

5.6.3 Εκπομπές και Υπολογισμός CO₂

Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα είναι ουδέτερη σε εκπομπές CO₂, καθώς η ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση. Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε συγκριτικά τους συντελεστές εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου για διαφορετικά είδη καυσίμου.

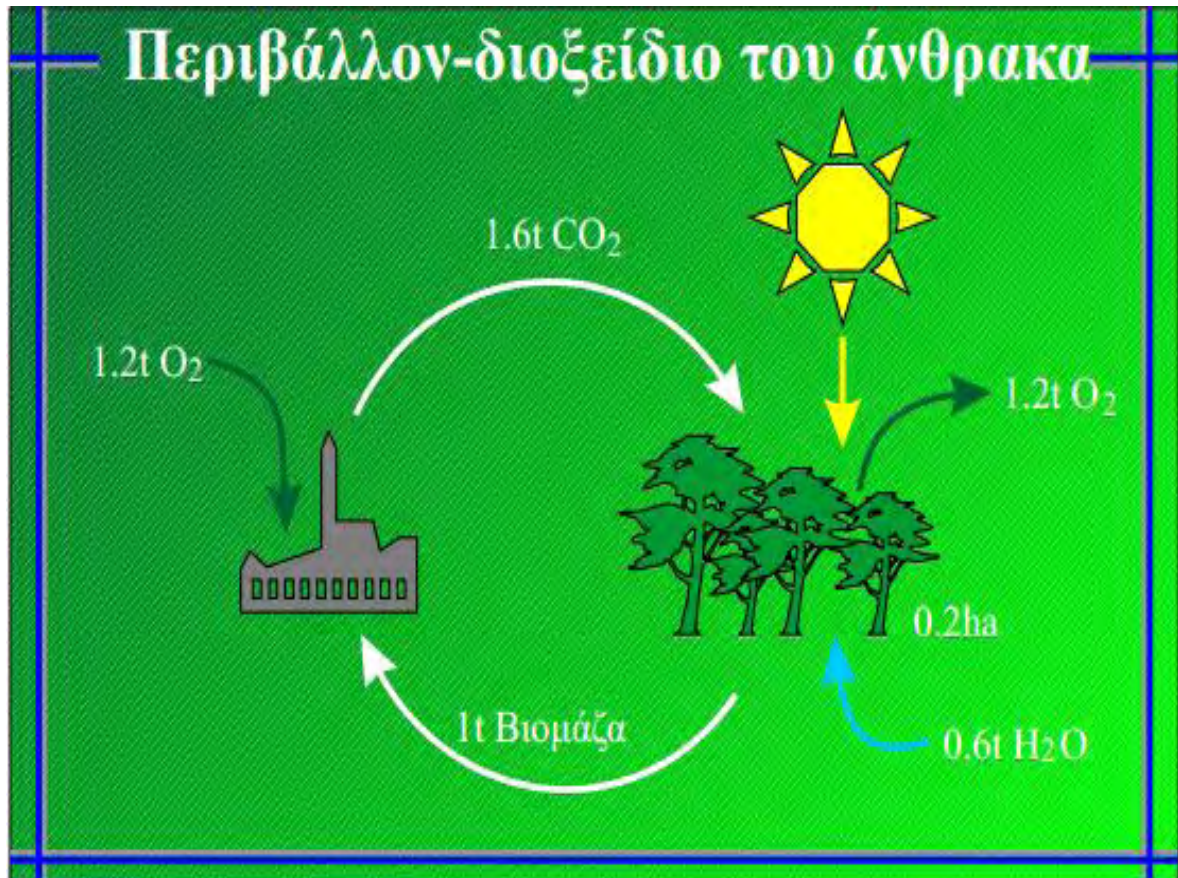
Η καύση καυσίμων βασισμένων σε ενώσεις άνθρακα (που περιλαμβάνει πετρέλαιο, γαιάνθρακα, φυσικό αέριο και βιομάζα) απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ουδετερότητα της βιομάζας ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) δεν προκύπτει από το γεγονός ότι δεν εκλύουν κατά την καύση τους το συγκεκριμένο αέριο· κάτι τέτοιο είναι αδύνατο για οποιαδήποτε καύση ένωσης που περιέχει άνθρακα.

Η τυπική χημική αντίδραση κατά τη καύση της βιομάζας είναι :

(τυπική βιομάζα) - $C_6n(H_2O)_5n + 6nO_2 \rightarrow 6nCO_2 + 5nH_2O$

Η φιλικότητα των βιομάζας για το περιβάλλον απορρέει από το γεγονός ότι για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται φυσικές πρώτες ύλες (π.χ. υπολείμματα υλοτομίας, πριονίδι, ειδικές καλλιέργειες) που για την ανάπτυξή τους απορροφούν περίπου ίση ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα όση με εκείνη που εκλύουν κατά την καύση τους. Το CO₂ επαναδεσμεύεται από τα φυτά για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας. Κατά συνέπεια, το συνολικό ισοζύγιο μεταφοράς διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι, κατά προσέγγιση, μηδενικό. Συνεπώς η βιομάζα έχει ουδέτερες επιπτώσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στην εργασία χρησιμοποιούνται υπολογισμοί παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα κατά την λειτουργία των λεβήτων θερμότητας. Η κατανάλωση pellets (βιομάζας) ενώ αποφέρει ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αυτή θεωρείται ίση με μηδέν διότι διατηρεί το ισοζύγιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα όπως φαίνεται στο σχήμα 5.6.



Εικόνα 5.4 Περιβάλλον- Διοξείδιο του Άνθρακα

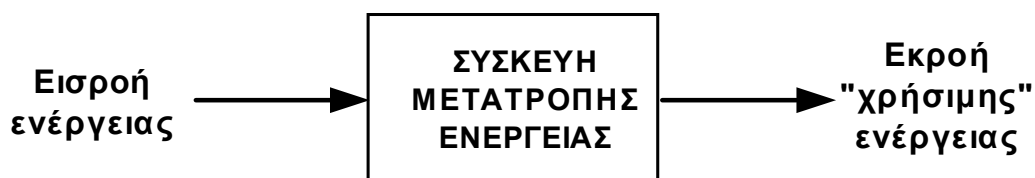
Κεφάλαιο 6 Εξοικονόμηση Ενέργειας – Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου Στρατιωτικής Μονάδας

6.1 Ενεργειακή Απόδοση

Υπάρχουν άπειρες διεργασίες μετατροπής που συμβαίνουν στη φύση, όπως η εξάτμιση νερού με ηλιακού ακτινοβολία. Μια συσκευή μετατροπής μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε άλλη μορφή. Μπορεί η συσκευή να είναι ένα μικρό παιχνίδι ή μια πολύπλοκη συσκευή, όπως ένα αυτοκίνητο. Όλες οι συσκευές μπορούν να παρασταθούν ως ένα «μαύρο κουτί».

Ως **απόδοση** (ή επιτευξιμότητα) μιας συσκευής μετατροπής (α ή e) ορίζεται ο λόγος της «χρήσιμης» ενέργειας (ή χρήσιμου έργου) που παράγεται προς την ενέργεια (ή έργο) που καταναλώνεται. Ο όρος στα αγγλικά είναι efficiency (effectiveness), στα γαλλικά effet utile (ή rendement thermique) και στα γερμανικά Wirkungsgrad (ή Gütergrad και Leistungsgrad)

Η λέξη «*χρήσιμη*» είναι η λέξη κλειδί στον ορισμό της απόδοσης. Η λέξη «*χρήσιμη*» εξαρτάται από το σκοπό της συσκευής. Για παράδειγμα, από ένα θερμαντικό με ηλεκτρική αντίσταση η χρήσιμη αποδιδόμενη ενέργεια είναι η θερμότητα και η εισερχόμενη ενέργεια είναι ο ηλεκτρισμός. Αντίθετα, σε μια λάμπα πυρακτώσεως μέρος του ηλεκτρισμού μετατρέπεται σε φως (χρήσιμη εκροή) και ένα σημαντικό μέρος σε θερμότητα (μη χρήσιμη εκροή). Έτσι, η λάμπα πυρακτώσεως έχει γενικά μικρό βαθμό απόδοσης.



- Ένα ιδανικό μοντέλο μιας συσκευής έχει $\alpha=100\%$
- Σε μια πραγματική συσκευή η απόδοση δεν μπορεί να ξεπεράσει το 100%.

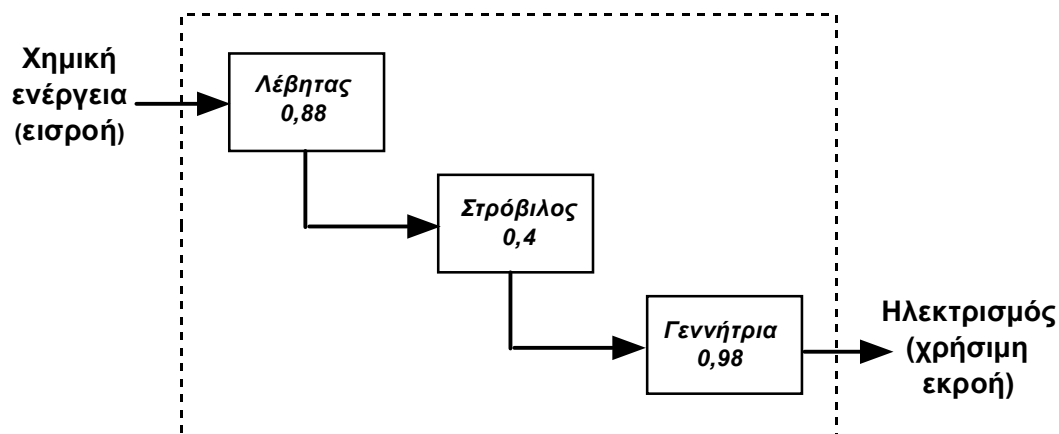
Κάθε ορισμός που δεν ανταποκρίνεται στα παραπάνω δεν θα πρέπει να καλείται απόδοση. Η έννοια της απόδοσης βασίζεται στην αρχή της διατήρησης της ενέργειας.

Απόδοση συστήματος: η απόδοση ενός ενεργειακού συστήματος ισούται με το γινόμενο των αποδόσεων των ξεχωριστών συσκευών (υποσυστημάτων) από τις οποίες απαρτίζεται το σύστημα (Σχήμα 6.1).

Το Σχήμα 6.2 και ο Πίνακας 6.1 παρουσιάζουν τις ενεργειακές αποδόσεις ορισμένων κοινών συσκευών μετατροπής της ενέργειας.

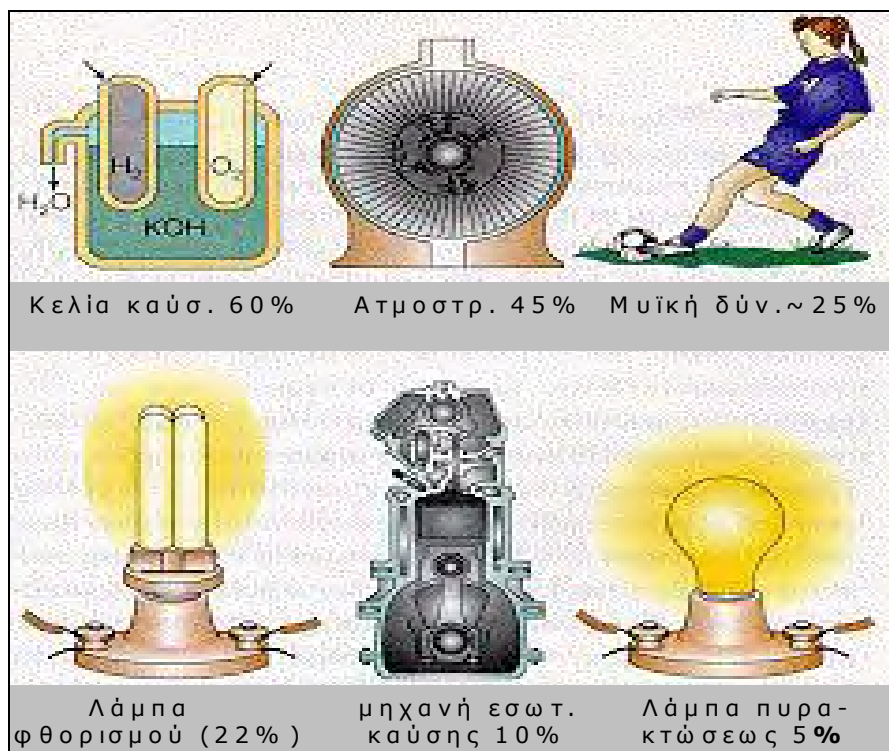
Η απόδοση μιας συσκευής ενεργειακής μετατροπής αποτελεί ποσοτική έκφραση του ισοζυγίου μεταξύ εισροής και εκροής ενέργειας από το σύστημα. Η αρχή της απόδοσης εμπεριέχει και τους δύο νόμους της θερμοδυναμικής. Ο Πίνακας 1.6 παρουσιάζει τις ενεργειακές αποδόσεις σειράς συσκευών ενεργειακής μετατροπής.

Η έννοια της απόδοσης εμπερικλείει και τους δύο θερμοδυναμικούς νόμους. Από τη θερμοδυναμική ανάλυση είναι δυνατόν να οριστεί η μέγιστη (ιδανική) απόδοση μιας θερμικής συσκευής:



Σχήμα 6.1. Ενεργειακή μετατροπή σε μια μονάδα ηλεκτροπαραγωγής. Αν οι επιμέρους αποδόσεις των κύριων συσκευών είναι 88% για το λέβητα, 40% για το στρόβιλο και 98% για τη γεννήτρια, τότε η απόδοση του συστήματος είναι: $\alpha = (0,88)(0,4)(0,98) = 0,35$.

(Πηγή: Ν. Ανδρίτσος "Ενέργεια και Περιβάλλον", Τόμος 3)



Σχήμα 6.2. Ενεργειακές αποδόσεις ορισμένων συσκευών μετατροπής της ενέργειας.

(Πηγή: Ν. Ανδρίτσος "Ενέργεια και Περιβάλλον", Τόμος 3)

$$e = \frac{\text{μέγιστη χρήσιμη εκροή}}{\text{ενεργειακή εισροή}} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

όπου T_H και T_L είναι οι θερμοκρασίες του θερμού και του ψυχρού ταμιευτήρα αντίστοιχα.

Πίνακας 6.1. Αποδόσεις κοινών συσκευών ενεργειακής μετατροπής

Συσκευή ενεργειακής μετατροπής	Μετατροπή	Τυπική απόδοση, %
Ηλεκτρικό θερμαντικό	Ηλεκτρισμός / Θερμική	100
Στεγνωτής μαλλιών	Ηλεκτρισμός / Θερμική	100
Ηλεκτρική γεννήτρια	Μηχανική / Ηλεκτρισμός	95
Ηλεκτρικός κινητήρας (μεγάλος)	Ηλεκτρισμός / Μηχανική	90
Μπαταρία	Χημική / Ηλεκτρισμός	90
Λέβητας ατμού (σε μονάδα ισχύος)	Χημική / Θερμική	85
Οικιακός φούρνος αερίου	Χημική / Θερμική	85
Ηλεκτρικός κινητήρας (μικρός)	Ηλεκτρισμός / Μηχανική	65
Ατμοστρόβιλος	Θερμική / Μηχανική	45
Αεριοστρόβιλος (αεροπλάνων)	Χημική / Μηχανική	35
Αεριοστρόβιλος (βιομηχανίας)	Χημική / Μηχανική	30
Μηχανή αυτοκινήτου	Χημική / Μηχανική	25
Λαμπτήρας φθορισμού	Ηλεκτρισμός / Φως	22
ΦΒ στοιχείο πυριτίου	Ηλιακή / Ηλεκτρισμός	15
Ατμομηχανή	Χημική / Μηχανική	10
Λαμπτήρας πυρακτώσεως	Ηλεκτρισμός / Φως	5

6.2 Απλοί Τρόποι Εξοικονόμησης Ενέργειας (Πηγή: ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΛΟΓΗ Τεύχος 506 Ιούλιος-Αύγουστος 2009)

6.2.1 Γενικά

Δεν χρειάζονται να γίνουν επενδύσεις σε δαπανηρές νέες τεχνολογίες για να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και συνακόλουθα, οι λογαριασμοί. Υπάρχουν πολλά που μπορούν να κάνουν τόσο οι Διοικήσεις των Στρατιωτικών Μονάδων όσο και τα στελέχη τα οποία διαχειρίζονται κτίρια, γραφεία, ηλεκτρικές συσκευές κ.λ.π, τα οποία θα μειώσουν τις συνολικές δαπάνες κατά 10%.

6.2.2 Επιλέγοντας ηλεκτρικές συσκευές με υψηλή ενεργειακή απόδοση

(κλιματιστικό, ψυγείο, ηλεκτρικό φούρνο) μειώνεται έως και 60% η κατανάλωση ενέργειας και εξοικονομούνται έως και 35 ευρώ το χρόνο στο κόστος λειτουργίας της

κάθε συσκευής. Θα πρέπει να αναζητηθεί και να διαβαστεί προσεκτικά η ειδική ενεργειακή ετικέτα της συσκευής.

6.2.3 Επιλογή ηλεκτρονικών συσκευών με πιστοποιημένη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση (υπολογιστής, οθόνη υπολογιστή, τηλεόραση). Πριν γίνει η αγορά, θα πρέπει να υπάρξει βεβαίωση από τις ενεργειακές ετικέτες της συσκευής για την χαμηλή κατανάλωσή της. Αυτές οι ηλεκτρονικές συσκευές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να καταναλώνουν την ελάχιστη απαραίτητη ενέργεια για να λειτουργήσουν.

6.2.4 Βελτίωση της λειτουργίας των κλιματιστικών και των καυστήρων. Εάν δεν έχει γίνει ποτέ πλήρες service στο κλιματιστικό ή τον καυστήρα, είναι πιθανόν το ρεύμα και το πετρέλαιο να κοστίζουν 2 και 3 φορές περισσότερο οπότε πρέπει. Να γίνει πλήρες service στην εξωτερική μονάδα του κλιματιστικού και θα μειωθούν δραστικά οι λογαριασμοί, ειδικά το καλοκαίρι.

6.2.5 Μείωση των βαθμών στο θερμοστάτη. Ρύθμιση του θερμοσίφωνα στους 50oC, του κλιματιστικού στους 26oC το καλοκαίρι και στους 20oC το χειμώνα, του ψυγείου στους 7oC, ενώ του καταψύκτη στους -19oC.

6.2.6 Να κλείνουν οι συσκευές από τον κεντρικό διακόπτη (ON/OFF και όχι από το τηλεχειριστήριο, δηλαδή Stand-by). Υπολογίζεται ότι κλείνοντας μόνο την τηλεόραση, εξοικονομούνται έως και 17 ευρώ το χρόνο. Για μεγαλύτερη ευκολία να συνδέονται οι συσκευές αυτές με πολύμπριζο με διακόπτη, ώστε με μια κίνηση να κλείνουν όλες μαζί.

6.2.7 Επιλογή ηλιακού θερμοσίφωνα για να υπάρχει ζεστό νερό τις περισσότερες μέρες του χρόνου, μειώνοντας το λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 20%-25% (μέσο όρο).

6.2.8 Εγκατάσταση ανεμιστήρα οροφής. Είναι μια αποτελεσματική λύση, που μας επιτρέπει να αισθανόμαστε άνετα μέχρι και του 29oC λόγω ανάδευσης του αέρα. Είναι επίσης υγιεινή και ιδιαίτερα οικονομική, καθώς οι ανεμιστήρες οροφής έχουν χαμηλό αρχικό κόστος, ενώ μόλις καταναλώνουν την ενέργεια ενός κοινού λαμπτήρα.

6.2.9 Λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης. Αντικατάσταση των κοινών λαμπτήρων με τους σύγχρονους χαμηλής κατανάλωσης. Έτσι εξασφαλίζονται 8-15 φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους κοινούς λαμπτήρες (πυρακτώσεως) και 4-5 φορές λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

6.2.10 Θερμομόνωση. Η κατάλληλη θερμομόνωση είναι βασική προϋπόθεση για την προστασία κάθε κτιρίου από το κρύο και τη ζέση.

Για να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας:

- ❖ Να τοποθετηθεί θερμομόνωση στην οροφή και στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου (ειδικότερα για κτίρια κατασκευής πριν από το 1980 που δεν έχουν

μόνωση) και να αντικατασταθούν τα μονά τζάμια με διπλά, εξασφαλίζοντας 15%-40% εξοικονόμηση ενέργειας.

- ❖ Να κλείσουν τυχόν χαραμάδες σε πόρτες και παράθυρα, με κατάλληλο μονωτικό υλικό, ειδικές αυτοκόλλητες ταινίες του εμπορίου ή σιλικόνη.
- ❖ Να κλείνουν τα εξώφυλλα (παντζούρια) και οι κουρτίνες τις κρύες νύχτες του χειμώνα, για να διατηρείται η ζέστη μέσα στο χώρο.

6.2.11 Δημιουργία κατάλληλων συνθηκών.

- ❖ Αερισμός των χώρων του σπιτιού για λόγους δροσισμού και υγιεινής, προτίμηση τις νυχτερινές και πρώτες πρωινές ώρες.
- ❖ Κατέβασμα των τεντών ή των περσίδων τη θερινή περίοδο, κυρίως σε νότιο και δυτικό προσανατολισμό.
- ❖ Φύτευση στο δώμα ή στην ταράτσα, φυτών. Προσφέρουν οξυγόνο, άριστη θερμομόνωση, ενώ βελτιώνουν και την αισθητική του χώρου.

6.2.12 Κλείσιμο του κλιματιστικού για 10-15 λεπτά κάθε 1 ώρα. Έτσι, εξοικονομούνται ενέργεια και χρήματα, αφού η συσκευή δεν λειτουργεί, ενώ η θερμοκρασία του χώρου δεν μεταβάλλεται αισθητά.

6.3 Πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση ενέργειας:

- ❖ Κάνει τα μη-ανανεώσιμα ορυκτά καύσιμα να διαρκέσουν περισσότερο.
- ❖ Προσφέρει στην ανθρωπότητα το απαιτούμενο χρόνο για την ωρίμανση και διείσδυση των ΑΠΕ.
- ❖ Μειώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για χώρες σαν την Ελλάδα. Η συμμετοχή των εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας αναμένεται να αυξηθεί.
- ❖ Μειώνει την πιθανότητα εμπάργκο από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες και το κίνδυνο ανάφλεξης πολέμου στην ευαίσθητη Μέση Ανατολή.
- ❖ Μειώνει τις τοπικές και παγκόσμιες επιπτώσεις από τις εκπομπές αερίων γιατί καταναλώνονται μικρότερες ποσότητες ενεργειακών πόρων για τις ίδιες ποσότητες τελικής χρήσιμης ενέργειας.
- ❖ Είναι ο γρηγορότερος και πλέον οικονομικός τρόπος μείωσης της «παγκόσμιας θέρμανσης».
- ❖ Ενισχύει την ανταγωνιστικότητα μιας χώρας ή μιας εταιρίας στη διεθνή αγορά.
- ❖ Μπορεί να δημιουργήσει χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας στην Ελλάδα (και εκατομμύρια στον κόσμο).

Όσο, πάντως, η ενέργεια από τα συμβατικά καύσιμα παραμένει «φθηνή» (δεν προσμετράται το εξωτερικό κόστος της ρύπανσης), δεν υπάρχουν κίνητρα για εξοικονόμηση ενέργειας.

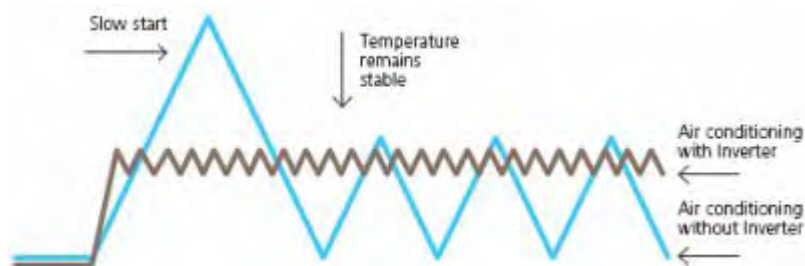
6.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας Μέσω Αλλαγής του Συστήματος Κλιματισμού

Οι μονάδες του Ελληνικού στρατού εξασφαλίζουν την απαραίτητη ψύξη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μέσω τοπικών μονάδων κλιματισμού. Οι τοπικές μονάδες κλιματισμού ενδείκνυνται κυρίως για μικρούς χώρους (π.χ. κλιματισμός ενός γραφείου ή ενός δωματίου και μικρά εμπορικά κτίρια). Μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιονδήποτε χώρο χωρίς την ύπαρξη κεντρικού μηχανοστασίου. Είναι το είδος του κλιματιστικού συστήματος που χρησιμοποιείται κατά κόρον στις κατοικίες. Έχουν μικρό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, συγκριτικά με την κεντρική ή ημικεντρική εγκατάσταση κλιματισμού αλλά και μικρότερη απόδοση και διάρκεια ζωής.

6.4.1 Τεχνολογία Inverter

Οι κλιματιστικές μονάδες στηρίζουν την κατανάλωση ισχύος στον συμπιεστή που διαθέτουν. Στην αγορά συναντώνται δύο κατηγορίες κλιματιστικών. Η πρώτη είναι η παλαιά τεχνολογία που γίνεται εφαρμογή συγκεκριμένης τάσης και συχνότητας ενώ η δεύτερη είναι με αντιστροφέα (inverter).

Ο αντιστροφέας χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ταχύτητας του κινητήρα του συμπιεστή για να επιτρέψει τη συνεχή ρύθμιση της θερμοκρασίας. Αντίθετα στα παραδοσιακά κλιματιστικά η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται με τη χρήση ενός συμπιεστή που περιοδικά είτε εργάζεται στη μέγιστη ικανότητα ή απενεργοποιείται εντελώς. Ένα μικροελεγχτής χρησιμοποιείται έπειτα ετσι ώστε να ρυθμίσει την απαιτούμενη θερμοκρασία στο χώρο. Τα πρόσθετα αυτά ηλεκτρονικά προσθέτονται στο κόστος του εξοπλισμού ενώ η εν λόγω τεχνολογία αυξάνει την απόδοση των κλιματιστικών, επεκτείνει τη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων και βοηθά στην εξάλειψη των έντονων διακυμάνσεων του φορτίου.



Εξαιτίας του ότι το inverter παρακολουθεί τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και προσαρμόζεται ανάλογα, η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 30% συγκρινόμενο με ένα παραδοσιακό on / off σύστημα.

6.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας με την χρήση ηλιακών θερμοσίφωνων στη Στρατιωτική Μονάδα

6.5.1 Γενικά Περί Ηλιακών Θερμοσίφωνων



Ο **ηλιακός θερμοσίφωνας** είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως για παράδειγμα στις χώρες της Μεσογείου και στην Κύπρο.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνου επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας άρχισε να χρησιμοποιείται εξηλεκτρισμού. Μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 και ιδιαίτερα τη δεκαετία του '80 άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες με ηλιοφάνεια. Στην Κύπρο αναλογεί ένας ηλιακός θερμοσίφωνας για κάθε πέντε κατοίκους, ενώ στο Ισραήλ η χρήση τους είναι υποχρεωτική στις καινούργιες οικοδομές. Σε πολλές άλλες χώρες η χρήση τους επιδοτείται.

Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσιφώνων.

6.5.1.1 Είδη

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσιφώνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

- Ανοικτού κυκλώματος: απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- Κλειστού κυκλώματος: έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν μπορούμε να τους προσθέσουμε αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο

μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. λάδι). Αν είναι μόνο νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής. Επίσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν σε:

- **Διπλής ενέργειας:** Ο θερμοσίφωνας λειτουργεί εκμεταλλευόμενος είτε την ηλιακή ενέργεια είτε το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. κατά την διάρκεια συννεφιάς οπότε η ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή για να ζεστάνει το νερό). Για τον σκοπό αυτό, υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη εντός του τμήματος αποθήκευσης.
- **Τριπλής ενέργειας:** Λειτουργεί όπως ο ηλιακός θερμοσίφωνας διπλής ενέργειας αλλά έχει επιπλέον μια είσοδο για να εκμεταλλευτεί ως θερμαντικό μέσο το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης.

6.5.1.2 Ο ηλιακός θερμοσίφωνας σαν οικολογική συσκευή

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες ευρώ απ' τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.

6.5.2 Εφαρμογή στην Στρατιωτική Μονάδα με αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμοσίφωνων σε 2 κτίρια με αντίστοιχους ηλιακούς.

Θα τοποθετήσουμε ένα (1) ηλιακό θερμοσίφωνα 200 lt για εξυπηρέτηση αναγκών του Λόχου Διοικήσεως και ένα (1) ηλιακό θερμοσίφωνα 150 lt στα μαγειρεία.

6.5.2.1 Το Οικονομικό Όφελος φαίνεται στον πίνακα 6.2

Πίνακας 6.2 Οικονομικό Όφελος-Εξοικονόμηση Ρεύματος με Χρήση Ηλιακών Θερμοσίφωνων

A/A	ΚΤΙΡΙΟ	ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ(KW)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Σ ΗΛΕΚΤΡ. ΘΕΡΜΟΣΙΦΩ ΝΑ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ (h)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚ Η ΚΑΤΑΝΑΛΩ ΣΗ (KWh) (γ) X (δ)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΣ. (KWh) (ε) X 250	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣ Η ΛΟΓΩ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣ ΗΣ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ (€) (στ) X 0,11
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)	(ζ)
1	ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	4	5	20	5000	550
2	ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	4	5	20	5000	550
ΣΥΝΟΛΟ					10000	1100

6.5.2.2 Η Μείωση Εκπομπών CO₂ με χρήση ηλιακών στα 2 κτίρια της Μονάδας φαίνεται στο Σχήμα 6.3

Ετήσια κατανάλωση (από λογαριασμούς κοινοχρήστων, ΔΕΗ και αερίου)			Τόνοι CO ₂ ετησίως
Πετρέλαιο (κιλά ή λίτρα)	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	λίτρα	
Φυσικό αέριο (m ³ ή kWh)	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	kWh	
Υγραέριο	<input type="text"/>	κιλά	<input type="text"/>
Ηλεκτρική ενέργεια (kWh ή ΩΧΒ)	<input type="text" value="10000"/>	kWh	<input type="text" value="11.00"/>
Συνολικές εκπομπές από την κατοικία			Υπολογισμός
			<input type="text" value="11.00"/> τόνοι CO₂ ετησίως

Σχήμα 6.3 Μείωση εκπομπών CO₂ Λόγω χρήσης Ηλιακών Θερμοσίφωνων. Επομένως εξοικονομούμε ετησίως **11 τόνοι CO₂**

6.5.2.3 Το Ετήσιο Συνολικό Κέρδος με την χρήση Ηλιακών Θερμοσίφωνων (εξοικονόμηση € και μείωση εκπομπών CO₂) φαίνεται στον πίνακα 6.3

Πίνακας 6.3 Ετήσιο Συνολικό Κέρδος με Χρήση Ηλιακών Θερμοσίφωνων

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (€)	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂ (tn)
2 ΚΤΙΡΙΑ	1100	11

6.6 Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (Διοικητήριο)

6.6.1 Βασικές έννοιες για την κατανόηση του ΚΕΝΑΚ

α. Υποχρεωτική η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (ΦΕΚ 407/9-4-2010)

β. Τι είναι το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης;

Σε μια πρόταση θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης αποτελεί το «ΠΡΑΣΙΝΟ ΔΙΑΒΑΤΗΡΙΟ» στα κτίρια (σχήμα 6.4)



ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ ≤ 0,33·RR	
0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
0,5·RR < B+ ≤ 0,75·RR	
0,75·RR < B ≤ 1,0·RR	
1,0·RR < Γ ≤ 1,41·RR	
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR	
1,82·RR < E ≤ 2,27·RR	
2,27·RR < Z ≤ 2,73·RR	
2,73·RR ≤ H	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Σχήμα 6.4 Ετικέττα σύμφωνα με οδηγία Ευρωπαϊκής Ένωσης γ. Από **9 Ιανουαρίου 2011** είναι υποχρεωτική η έκδοση ΠΕΑ στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Σε περίπτωση **αγοράς-πώλησης** κτιρίου προκειμένου να ολοκληρωθεί η δικαιοπραξία και να υπογραφούν τα οριστικά συμβόλαια.
- Σε περίπτωση **νεόδμητων**
- Σε **ριζική ανακαίνιση** (νοείται ως η ανακαίνιση με κόστος άνω του 25% της αξίας του κτιρίου ή 25% της επιφάνειάς του)
- Σε περίπτωση **νέων συμβάσεων μίσθωσης** (και όχι ανανέωσης υφιστάμενων συμβάσεων μίσθωσης) **ενιαίων κτιρίων** άνω των 50 τ.μ.
- Σε περίπτωση κατοικίας που προορίζεται για χρήση, η οποία δεν υπερβαίνει τους 4 μήνες κάθε έτους (**παραθεριστικές κατοικίες**)

δ. Από τον ΚΕΝΑΚ **εξαιρούνται** οι παρακάτω:

- Βιομηχανία-βιοτεχνία-εργαστήρια
- Αποθήκευση
- Στάθμευση αυτοκινήτων και πρατήρια υγρών καυσίμων

ε. **Κτίριο αναφοράς** : Είναι ένας όρος που αναφέρεται πάρα πολύ συχνά μέσα στον ΚΕΝΑΚ και αφορά ένα εικονικό κτίριο που δημιουργείται ξεχωριστά για κάθε περίπτωση και έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση

και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς φέρνει τις ελάχιστες προδιαγραφές που πρέπει να έχει το εξεταζόμενο κτίριο.

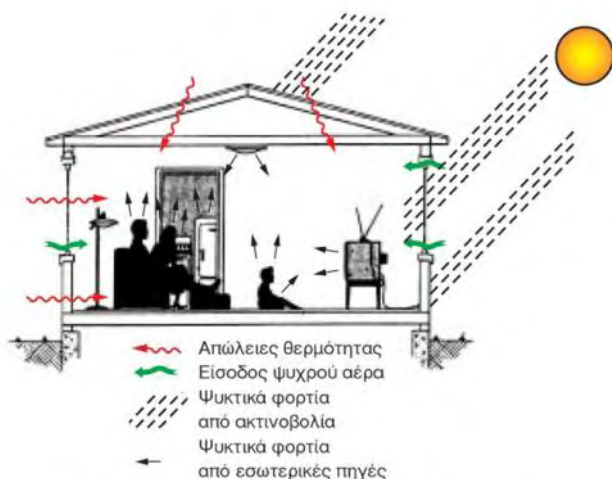
6.6.2 Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου» : Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για ΘΨΚ (θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό) , παραγωγή ΖΝΧ (ζεστό νερό χρήσης)



6.6.3 Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου» : Είναι η Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου μετά από αναγωγή σε πρωτογενής ενέργεια (Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο Θέρμανσης, Ηλεκτρική Ενέργεια, Βιομάζα)



6.6.4 Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών» : Το ποσοστό συνολικών θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής επί της συνολικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.



Σχηματική παράσταση των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου.

6.6.5 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης» : Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων

6.6.6 Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

6.6.6.1. Ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης γίνεται με χρήση του υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει :

- Την χρήση του κτιρίου
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμική μάζα, θερμοπερατότητα, διαπερατότητα κ.ά.)
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης χώρων
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα

6.6.6.2. β. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης επανεξετάζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Η πρώτη επανεξέταση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί σε δύο έτη.

Οι παραπάνω υπολογισμοί γίνονται με χρήση λογισμικών που αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας. Έχει αξιολογηθεί και εγκριθεί το λογισμικό TEE-KENAK καθώς και άλλα εμπορικά λογισμικά, που χρησιμοποιούν την υπολογιστική μηχανή του TEE-KENAK

6.6.6.3. Κλιματικές Ζώνες

Σε κάθε Νομό αν το κτίριο βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων τότε αυτόματα εντάσσεται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκει .



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλο-ακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

6.6.6.4. Ελάχιστες Απαιτήσεις Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει το υπό εξέταση κτίριο να ικανοποιεί είναι :

- ❖ Είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου να είναι **μικρότερη ή ίση** από την συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς
- ❖ είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα **ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά** με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με ενεργειακή μελέτη. Η μετατροπή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας γίνεται με την χρήση συντελεστών μετατροπής σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ.

6.6.6.5. Ελάχιστες Προδιαγραφές Κτιρίων

Όσον αφορά το **κτιριακό κέλυφος** και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 6.4 ταξινομημένα κατά κλιματική περιοχή.

Πίνακας 6.4 Συντελεστής U για κάθε δομικό στοιχείο

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _w	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilots)	U _{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _G	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U _{WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα)	U _F	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

6.6.6.6 Θερμική Αντίσταση και Θερμική Αγωγιμότητα

Η **Θερμική Αντίσταση (R)** είναι η αντίσταση των στοιχείων στην ροή θερμότητας διαμέσου ομοιογενούς υλικού για διαφορά θερμοκρασίας στις δυο πλευρές του στοιχείου 1°K . ($\text{m}^2\text{K/W}$) και υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο :

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Όπου d [m] είναι το πάχος του στοιχείου και λ [$\text{W}/(\text{mK})$] είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (δηλαδή η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από τις απέναντι πλευρές ομοιογενούς υλικού πάχους 1m όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με 1°K . (W/mK))

ΠΡΟΣΟΧΗ : Υπάρχει διαφορά μεταξύ K και C. $T_c = T_k - 273.15$

6.6.6.7 Θερμική Αγωγιμότητα

Όλα τα υλικά δεν έχουν την ίδια συμπεριφορά απέναντι στην θερμότητα. Διαφέρουν ως προς τον βαθμό ευκολίας μετάδοσης της θερμότητας που απαιτείται για να ανυψωθεί η θερμοκρασία τους. Ο βαθμός ευκολίας μετάδοσης της θερμότητας εκφράζεται με τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ που σημαίνει ότι όσο πιο μικρό είναι το λ τόσο πιο «δύσκολα» μπορεί να περάσει η θερμότητα δια μέσω του υλικού.

6.6.6.8 Παράδειγμα Υπολογισμού Θερμικής Αντίστασης Μέσω της Θερμικής Αγωγιμότητας

Έστω 5 cm EPS 100 με $\lambda = 0.036 \text{ W}/(\text{mK})$

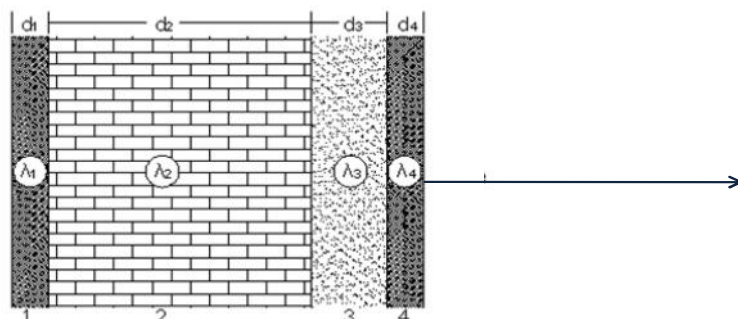
$$R = \frac{d}{\lambda} = \rightarrow R = \frac{0,05 \text{ m}}{0,036 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} = 1,39 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

Έστω 10 cm EPS 100 με $\lambda = 0.036 \text{ W}/(\text{mK})$

$$R = \frac{d}{\lambda} = \rightarrow R = \frac{0,10 \text{ m}}{0,036 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} = 2,78 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

Παρατηρούμε ότι για 2πλάσιο πάχος υλικού έχουμε 2πλάσια θερμική αντίσταση. Άρα καλύτερη μόνωση που αυτόματα συνεπάγεται μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Ο διπλασιασμός/αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης (EPS) συνεπάγεται πολλαπλασιασμό του κόστους της κατασκευής. Βραχυπρόθεσμα αυτό μπορεί να αποτελεί ένα «αγκάθι» αλλά αν αναλογιστούμε το συνολικό κέρδος μακροπρόθεσμα τότε πρέπει να γίνει μια πολύ προσεκτική μελέτη/προσέγγιση

ΠΡΟΣΟΧΗ: Σε αρκετές περιπτώσεις χρειάζεται προσοχή στον υπολογισμό του R γιατί κάποιες φορές υπάρχουν κάποια «κρυφά» λ.



6.6.6.9 Τι είναι ο Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U)



Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U): Είναι η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από 1m^2 στοιχείου κατασκευής με πάχος $d(\text{m})$, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με 1°K . ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$). Όσο πιο μικρή είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U τόσο μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας έχουμε.

6.6.6.10 Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας (U) σε $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

$$U = \frac{1}{R_{\text{ολ}}}$$

που $R_{\text{ολ}}$ είναι η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο

Παράδειγμα Υπολογισμού U:

Στο προηγούμενο παράδειγμα είχαμε βρει: $R = 1.39 \text{ m}^2\text{K/W}$ για 5 cm EPS 100

$$U = \frac{1}{R} = 0.72 \quad \text{σε } \text{W/m}^2 \text{ K}$$

και $R = 2.78 \text{ m}^2\text{K/W}$ για 10 cm EPS 100

$$U = \frac{1}{R} = 0,36 \quad \text{σε } \text{W/m}^2 \text{ K}$$

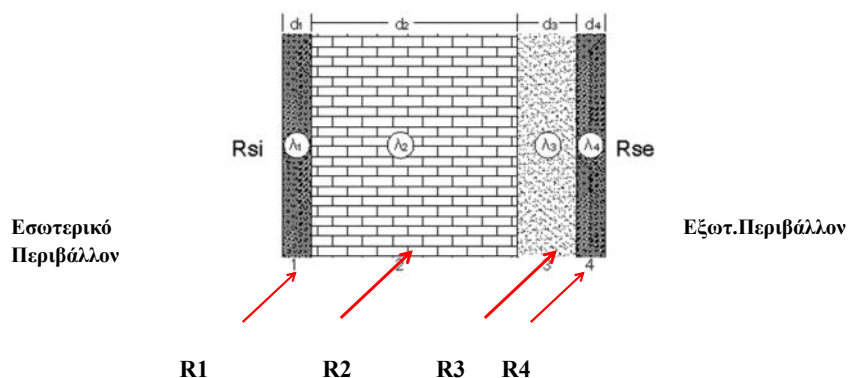
Παρατηρούμε ότι για 2πλάσιο πάχος υλικού έχουμε την μισή τιμή U. Άρα έχουμε και μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

6.6.6.11 Που βρίσκουμε το λ ;

Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας για δομικά υλικά με $\lambda \leq 0.18 \text{ W/(mK)}$ μπορεί να εξαχθεί **ΜΟΝΟ** από:

- Σήμανση CE του δομικού υλικού ή προϊόντος που δίνει ο κατασκευαστής του
- Για όσα υλικά δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα/εργαστηρίου
- Για στρώση υλικού πάχους μικρότερη των 2cm και $\lambda > 0.06 \text{ W/(mK)}$ που η βασική τους λειτουργία δεν είναι να παρέχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνει χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα 2 (σελ 48-51) της Τεχνικής Οδηγίας TEE, TOTEE 20701-2/2010 (Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομόνωσης επάρκειας των κτιρίων) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενεργειακής και Κλιματικής Αλλαγής – Υ.Π.Ε.Κ.Α. (Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας)

6.6.6.12 Συντελεστής Θερμοπερατότητας



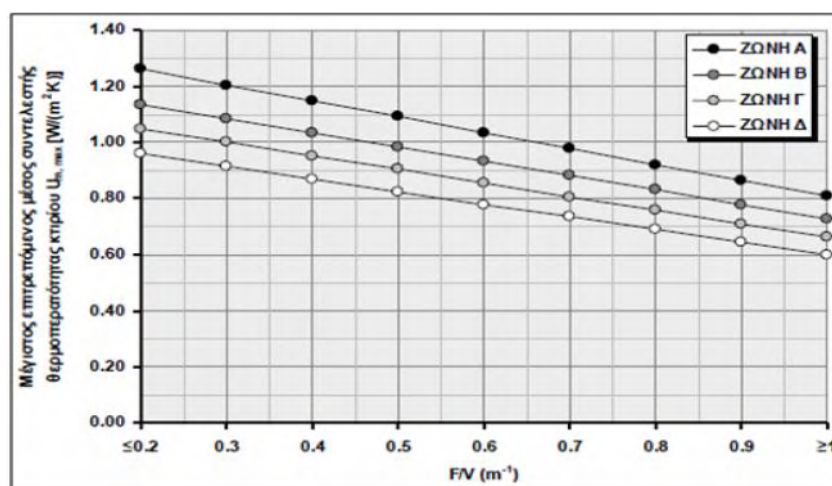
Στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν υπάρχει διάκενο. Άρα $R_d = 0$

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει **μικρότερη ή ίση** της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής όπως αυτή ορίζεται για κάθε κλιματική ζώνη του

Ελλαδικού χώρου. Σε αντίθετη περίπτωση ο έλεγχος πρέπει να επαναληφθεί αφού βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου.

6.6.6.13 Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (U_m)

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο πίνακας 6.5 κατά κλιματική ζώνη



F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε W/(m ² K)			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1.26	1.14	1.05	0.96
0,3	1.20	1.09	1.00	0.92
0,4	1.15	1.03	0.95	0.87
0,5	1.09	0.98	0.90	0.83
0,6	1.03	0.93	0.86	0.78
0,7	0.98	0.88	0.81	0.73
0,8	0.92	0.83	0.76	0.69
0,9	0.86	0.78	0.71	0.64
≥ 1,0	0.81	0.73	0.66	0.60

Πίνακας 6.5 Τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m)

Ο μέσος συντελεστής Θερμοπερατότητας U_m απευθύνεται στο συνολικό κτίριο με αποτέλεσμα να συνεισφέρουν όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας καθώς επίσης και οι τυχόν κατά τόπου θερμογέφυρες που αναπτύσσονται.

6.6.6.14 Υπολογισμός Μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m)

$$U_m = \frac{\sum A_j \times U_j + \sum l_i \times \Psi \times b}{\sum A_j} \quad \text{σε } W/m^2 K$$

Παρατηρήσεις :

Στον όγκο V του κτιρίου ΔΕΝ συμπεριλαμβάνονται :

- Η πυλωτή,
- Οι αίθριοι χώροι μέσα στο κτίριο,
- Όλοι οι μη θερμαινόμενοι χώροι και
- Όλοι οι ανοικτοί χώροι, που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

6.6.6.15 Καθορισμός κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον πίνακα 6.6 Ο δείκτης RR λαμβάνεται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας 6.6 Ενεργειακή Ταξινόμηση Κτιρίων

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

6.6.7 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

6.6.7.1 Αναφέρονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές εκπομπές CO₂ καθώς και συστάσεις για βελτίωση ενεργειακής απόδοσης (που συνεπάγεται μετάβαση σε υψηλότερη κατηγορία)

6.6.7.2 Ο συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξης αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του ΠΕΑ και να επισυνάψει και επίσημο αντίγραφο του. Για μίσθωση ακινήτου ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να αναφέρεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Αν δεν προσκομίζεται ΠΕΑ η φορολογική αρχή δεν θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα

6.6.7.3 Αναφέρονται οι επιλέξιμες επεμβάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου (Αν υπάρχει επιδότηση από το κράτος για την ενεργειακή αναβάθμιση τότε οι επεμβάσεις αναγράφονται κατά σειρά προτεραιότητας, αρχίζοντας

από την πιο σημαντική και αναφέρεται το κόστος αυτών καθώς επίσης και σε ποια κατάταξη θα ανήκει το κτίριο μετά από αυτές.

6.6.7.4 Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα (10) χρόνια. Μετά το πέρας των 10 χρόνων απαιτείται νέα ενεργειακή μελέτη για την έκδοση νέου Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης

6.6.8 Ενεργειακή Επιθεώρηση

6.6.8.1 Η Ενεργειακή Επιθεώρηση αποσκοπεί :

- ▶ στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ZNX)
- ▶ στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου,
- ▶ στην έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης
- ▶ στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου του

6.6.8.2 Στάδια Ενεργειακής Επιθεώρησης

6.6.8.2.1 Πρόσκληση και ανάθεση επιθεώρησης κτιρίου (από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή) στον Ενεργειακό Επιθεωρητή

6.6.8.2.2 Ηλεκτρονική Απόδοση αριθμού Πρωτοκόλλου Ενεργειακής Επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ)

6.6.8.2.3 Επιτόπιος έλεγχος και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που έχουν δοθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή

6.6.8.2.4 Για μεγάλα κτίρια δύναται να χρησιμοποιηθεί ειδικός εξοπλισμός για την καταγραφή των δεδομένων

6.6.8.2.5 Επεξεργασία των στοιχείων του κτιρίου

6.6.8.2.6 Σύνταξη του ΠΕΑ Κτιρίου

6.6.8.2.7 Έκδοση ΠΕΑ, ηλεκτρονική καταχώρησή του και παράδοση στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή

6.6.8.2.8 Σύνταξη συστάσεων βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου

6.6.8.2.9 Για την περίπτωση νέων ή ριζικά ανακαινισμένων κτιρίων αν διαπιστωθεί μετά από την επιθεώρηση ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις και άρα δεν εντάσσεται το κτίριο τουλάχιστον στην κατηγορία Β τότε οι συστάσεις παίρνουν την μορφή υποχρέωσης εφαρμογής μέσα σε ένα έτος των απαραίτητων συστάσεων του Ενεργειακού Επιθεωρητή οι οποίες εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην κατηγορία Β. Ακολουθεί νέα ενεργειακή επιθεώρηση με έκδοση νέου ΠΕΑ.

6.6.9 Κόστος έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης

Σύμφωνα με την Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας το κόστος για την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Επιθεώρησης διαμορφώνεται :

1. Για περιπτώσεις κατοικιών :

- Όταν θεωρείται ολόκληρη πολυκατοικία 1,0 ευρώ/m² (ελάχιστο κόστος 200 ευρώ)
- Όταν θεωρείται τμήμα κτιρίου κατοικίας (διαμέρισμα): 2,0 ευρώ/m² (ελάχιστο κόστος 150 ευρώ)
- Όταν θεωρείται μονοκατοικία : 1,5 ευρώ/m² (ελάχιστο κόστος 200 ευρώ)

2. Για άλλες περιπτώσεις κτιρίων (π.χ. γραφεία) :

- έως 1000 m² : 2,5 ευρώ/m² (ελάχιστο κόστος 300 ευρώ)
- πάνω από 1000 m² : 2,5 ευρώ/m² για τα πρώτα 1000 m² και 1,5 ευρώ/m² για τα υπόλοιπα m²

6.6.10 Συστάσεις βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Στο Παράρτημα του κατάλογου οδηγιών της Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής αναφέρονται κάποιες ενδεικτικές συστάσεις για τον περιορισμό των Θερμικών και Ψυκτικών φορτίων.

Συγκεκριμένα η επέμβαση που προτείνεται όσον αφορά το κτιριακό κέλυφος είναι η θερμομόνωση των δομικών στοιχείων του κελύφους που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με μη θερμαινόμενους χώρους, όπου υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής. Η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης γίνεται πλέον με εύκολο και ασφαλή τρόπο. Κατά κανόνα η εξωτερική θερμομόνωση απαιτεί υλικά που δεν προσβάλλονται από την υγρασία και έχει το πλεονέκτημα του περιορισμού των θερμογεφυρών που δημιουργούνται κυρίως στις συναρμογές των δομικών στοιχείων, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα και την ελαχιστοποίηση της εμφάνισης υγρασίας από συμπύκνωση των υδρατμών.

Η θερμομόνωση των επιστεγάσεων είναι σημαντικά αποδοτική για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών, ιδιαίτερα για κτίρια χαμηλού ύψους. Σε υφιστάμενα κτίρια με

επίπεδες επιστεγάσεις (δώματα) προτείνεται το σύστημα ανεστραμμένου δώματος (διαμόρφωση κλίσεων αν δεν υπάρχουν, στεγανοποίηση επιφάνειας, τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών απρόσβλητες από υγρασία και τέλος διαμόρφωση τελικής επιφάνειας από πλάκες επίστρωσης ή χαλίκια.

6.7 Έλεγχος Θερμομονωτικής Προστασίας Πραγματικού Κτιρίου Στρατιωτικής Μονάδας (Διοικητήριο)

6.7.1 Γενική Περιγραφή Κτιρίου

Θα εξετάσουμε το Πραγματικό Διοικητήριο της Μονάδας το οποίο είναι διόροφο κτίσμα, κατασκευής 1977, εξωτερικών διαστάσεων 24,90m X 10,50m. Ο σκελετός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως επίσης και η πλάκα επικάλυψης. Η εσωτερική τοιχοποιία είναι από δρομική οπτοπλινθοδομή και η εξωτερική τοιχοποιία είναι από μπατική οπτοπλινθοδομή.

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου θα γίνει σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2-2010 <<Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων>>, σε δύο στάδια:

1. Θερμική επάρκεια δομικού στοιχείου

$$U_{\text{εξεταζ.}} \leq U_{\text{max}} \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

2. Θερμική επάρκεια κτιρίου

$$U_m \leq U_{m,\text{max}} \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

Το κτίριο βρίσκεται στο Νομό Μαγνησίας, Κλιματική Ζώνη Β

6.7.2 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Δομικών Στοιχείων και Κτιρίου

Σύμφωνα με ΚΕΝΑΚ όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 6.7:

Πίνακας 6.7 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων

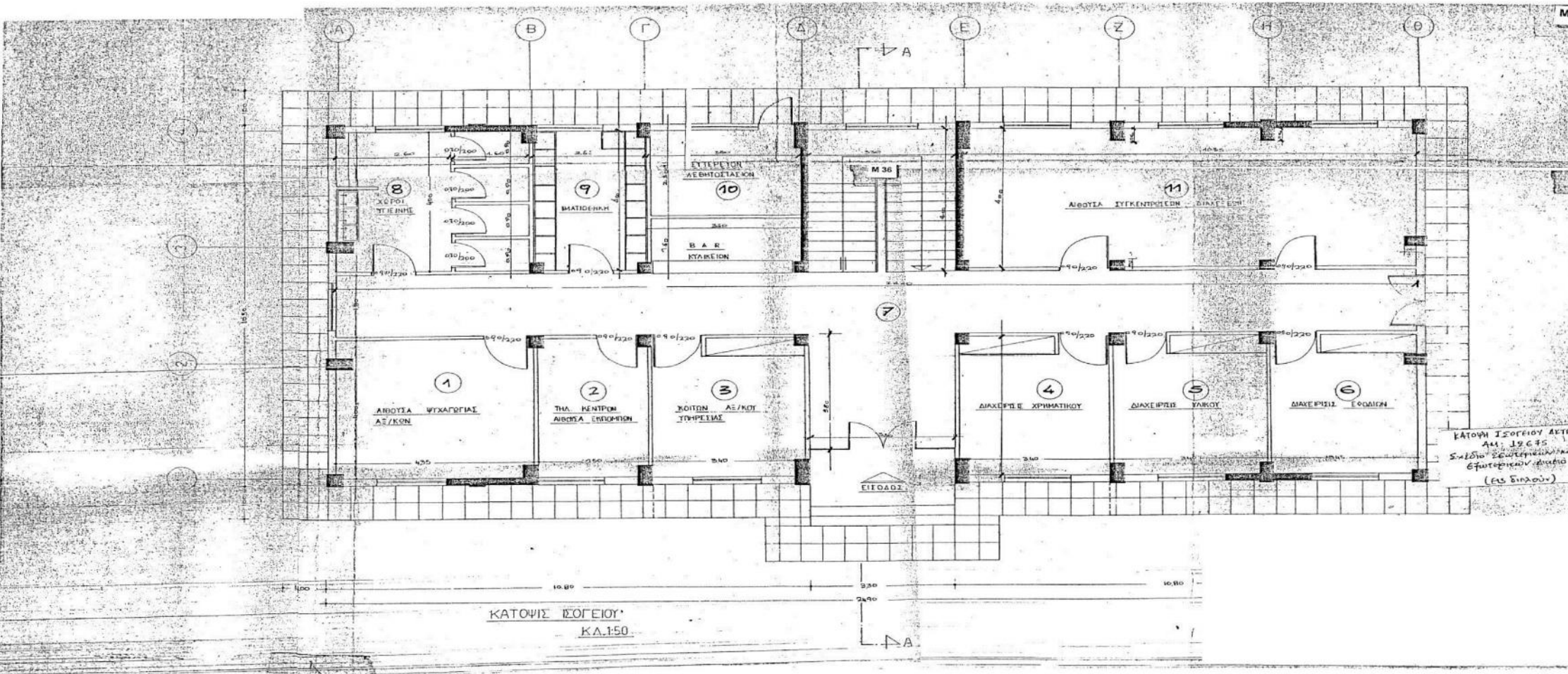
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _o	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _w	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (piloris)	U _{oL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _g	1,20	0,90	0,75	0,70

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου U_m δεν πρέπει ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 6.8

Πίνακας 6.8 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του.

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε W/(m ² K)			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1.26	1.14	1.05	0.96
0,3	1.20	1.09	1.00	0.92
0,4	1.15	1.03	0.95	0.87
0,5	1.09	0.98	0.90	0.83
0,6	1.03	0.93	0.86	0.78
0,7	0.98	0.88	0.81	0.73
0,8	0.92	0.83	0.76	0.69
0,9	0.86	0.78	0.71	0.64
≥ 1,0	0.81	0.73	0.66	0.60

6.7.2.1 Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το ισόγειο του υπό εξέταση κτιρίου, με όλες τις απαιτούμενες διαστάσεις .



6.7.2.2 Υπολογισμός των Συντελεστών Θερμοπερατότητας Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της TOTEE 20701-2/2010.

Βάσει της TOTEE 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a} \quad (4.1)$$

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διακένου αέρα

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει

$$U \leq U_{\delta, \sigma, \max}$$

όπου U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων (4.1) ή (4.2) και $U_{\delta, \sigma, \max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 4.1).

1.ΔΟΜΙΚΟΣΤΟΙΧΕΙΟ:Εξωτερική Τοιχοποιία



Εξωτερική τοιχοποιία με πλινθοδομή

9X13X35
(διαστάσεις τούβλου)

α. Ο Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής R_L γίνεται όπως στον Πίνακα 6.9

Πίνακας 6.19 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής

Α/Α	Στρώσεις δομικού υλικού (Ξεκινώντας από το εσωτερικό)	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρώσης d	Συντ. Θερμικής Αγωγιμότητας λ	Θερμική Αντίσταση $R=d/\lambda$
		Kg/m ³	m	W/mK	m ² K/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0,03	0,870	0,034
2	Οπτοπλινθοδομή	1500	0,35	0,510	0,686
3	Ασβεστοκονίαμα	1800	0,03	0,870	0,034
$\Sigma d =$			0,390	$R_L =$	0,754

β. Ο Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας U γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα 6.10

Πίνακας 6.10 Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας U

Α/Α	Δομικό Στοιχείο	Συντελεστές Θερμικής Μετάβασης		Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης	
		1/Ri	1/Ra	Ri	Ra
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. Αέρα)	7.7	25	0.13	0.04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7.7	7	0.13	0.13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7.7	-	0.13	0
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	25	0.1	0.04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο(ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	10	0.1	0.1
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	25	0.17	0.04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	5.88	0.17	0.17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5.88	-	0.17	0

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m2K/W)	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	RΛ	(m2K/W)	0,754
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m2K/W)	0,04
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Rολ	(m2K/W)	0,924

Αντίσταση θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου	U	W/(m2K)	1,082
Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου	Umax	W/(m2K)	0,500

Πρέπει $U \leq U_{max}$ ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

2. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οπλισμένο σκυρόδεμα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα
α. Ο Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής RΛ γίνεται όπως στον πίνακα 6.11

Πίνακας 6.11 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής

Α/Α	Στρώσεις δομικού υλικού (Ξεκινώντας από το εσωτερικό)	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρώσης d	Συντ. Θερμικής Αγωγιμότητας λ	Θερμική Αντίσταση $R=d/\lambda$
		Kg/m3	m	W/mK	m2K/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0,03	0,870	0,034
2	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	2400	0,250	2,500	0,100
3	Ασβεστοκονίαμα	1800	0,03	0,870	0,034
Σd=			0,310	RΛ=	0,168

β. Ο Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας U γίνεται όπως στον Πίνακα 6.12

Πίνακας 6.12 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοπερατότητας

Α/Α	Δομικό Στοιχείο	Συντελεστές Θερμικής Μετάβασης		Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης	
		1/Ri	1/Ra	Ri	Ra
		W/(m2K)	W/(m2K)	(m2K/W)	(m2K/W)
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. Αέρα)	7.7	25	0.13	0.04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7.7	7	0.13	0.13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7.7	-	0.13	0
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	25	0.1	0.04
5	Οροφή που συνορεύει με μη	10	10	0.1	0.1

	θερμαινόμενο χώρο(ανερχόμενη ροή θερμότητας)				
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	25	0.17	0.04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	5.88	0.17	0.17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5.88	-	0.17	0

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m2K/W)	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	RΛ	(m2K/W)	0,168
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m2K/W)	0,04
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Rολ	(m2K/W)	0,338

Αντίσταση θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου	U	W/(m2K)	2,958
Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου	Umax	W/(m2K)	0,500

Πρέπει $U \leq U_{max}$ ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

3. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος

α. Ο Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής RΛ γίνεται όπως στον πίνακα 6.13

Πίνακας 6.13 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής

Α/Α	Στρώσεις δομικού υλικού (Ξεκινώντας από το εσωτερικό)	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρώσης d	Συντ. Θερμικής Αγωγιμότητας λ	Θερμική Αντίσταση R=d/λ
		Kg/m3	m	W/mK	m2K/W
1	Μωσαικό	1900	0,015	1,200	0,0125
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
3	Ελαφροσκυρόδεμα	500	0,050	0,200	0,250
4	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	2400	0,200	2,500	0,080
Σd=		0,285		RΛ=	0,366

β. Ο Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας U γίνεται όπως στον Πίνακα 6.14

Πίνακας 6.14 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοπερατότητας U

Α/Α	Δομικό Στοιχείο	Συντελεστές Θερμικής Μετάβασης		Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης	
		1/Ri	1/Ra	Ri	Ra
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. Αέρα)	7.7	25	0.13	0.04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7.7	7	0.13	0.13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7.7	-	0.13	0
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	25	0.1	0.04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο(ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	10	0.1	0.1
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	25	0.17	0.04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	5.88	0.17	0.17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5.88	-	0.17	0

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m ² K/W)	0,17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	RL	(m ² K/W)	0,366
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m ² K/W)	0
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Rολ	(m ² K/W)	0,540

Αντίσταση θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου	U	W/(m ² K)	1,866
Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου	U _{max}	W/(m ² K)	0,900

Πρέπει $U \leq U_{max}$ ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

4. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή

α. Ο Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής R_L γίνεται όπως στον πίνακα 6.15

Πίνακας 6.15 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής

Α/Α	Στρώσεις δομικού υλικού (Ξεκινώντας από το εσωτερικό)	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρώσης d	Συντ. Θερμικής Αγωγιμότητας λ	Θερμική Αντίσταση $R=d/\lambda$
		Kg/m ³	m	W/mK	m ² K/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0,200	0,870	0,023
3	Ελαφροσκυρόδεμα	500	0,050	0,200	0,250
4	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
5	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0,005	1,840	0,0027
Σd=			0,295	R _Λ =	0,322

β. Ο Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας U γίνεται όπως στον πίνακα 6.16

Πίνακας 6.16 Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοπερατότητας U

Α/Α	Δομικό Στοιχείο	Συντελεστές Θερμικής Μετάβασης		Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. Αέρα)	7.7	25	0.13	0.04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7.7	7	0.13	0.13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7.7	-	0.13	0
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	25	0.1	0.04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο(ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	10	0.1	0.1
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	25	0.17	0.04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5.88	5.88	0.17	0.17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5.88	-	0.17	0

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K/W)	0,100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_{Λ}	(m ² K/W)	0,322
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K/W)	0,040
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{o\lambda}$	(m ² K/W)	0,462

Αντίσταση θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου	U	W/(m ² K)	2,16
Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου	U_{max}	W/(m ² K)	0,450

Πρέπει $U \leq U_{max}$ **ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ**

6.7.2.3 Υπολογισμός των Συντελεστών Θερμοπερατότητας Διαφανών Δομικών Στοιχείων



Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος (U_w) μπορεί:

- ❖ Είτε να υπολογισθεί αναλυτικά
- ❖ Είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας το πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβανομένης υπόψη και της γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα, όπως περιγράφεται παρακάτω για μονό κούφωμα. Όταν στο κούφωμα περιλαμβάνονται και αδιαφανή τμήματα, πέραν του πλαισίου, λαμβάνονται και αυτά στον υπολογισμό.

Στην περίπτωση που ο μελετητής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την τιμή θερμοπερατότητας του κουφώματος που δίνει ο κατασκευαστής του, θα πρέπει στη μελέτη να συνυποβάλει και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.

Στους πίνακες 6.17 και 6.18 γίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή U των υαλοπινάκων για τπους 2 ορόφους του κτιρίου

Αναλυτικός Υπολογισμός του U_w ενός μονού κουφώματος

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:

$$U_m = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + l_g \times \Psi_g}{A_f + A_g} \quad \text{σε W/m}^2 \text{ K}$$

Όπου U_w [W/(m².K)] ο συντελεστής

ς θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

U_f [W/(m².K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g [W/(m².K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσών πτερωτών φύλλων),

A_f (m²) το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος

A_g (m²) το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος

l_g (m) το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου-υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),

Ψ_g [W/(m.K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Πίνακες Τιμών (TOTEE-20701-2)

$U_f = 2,00$ W/(m².K) λαμβάνεται από τον πίνακα 11

$U_g = 2,8$ W/(m.K) λαμβάνεται από τον πίνακα 12

$\Psi_g = 0,08$ W/(m.K) λαμβάνεται από τον πίνακα 13

Τύπος πλαισίου: Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή

Τύπος υαλοπίνακα: Δίδυμος υαλοπίνακας 4-12-4 χωρίς επίστρωση και αέρα στο διάκενο,

Πίνακας 6.17 Υπολογισμός U Υαλοπινάκων Ισογείου

		ΑΝΟΙΓΜΑ			ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ				ΠΛΑΙΣΙΟ		ΑΝΟΙΓΜΑ
α.α	Αρ. Φύλλων	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδόν	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδόν	Περίμετρος	Εμβαδόν	%	U
		m	m	m ²	m	m	m ²	m	m ²		W/m ² K
Ισ1	6	3,16	2,74	8,66	1,5	0,4	1,2	7,6	4,54	52,42	2,58
					0,72	1,14	1,64	7,44			
					0,53	1,2	1,28	6,92			
Ισ2	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ3	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ4	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ5	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ6	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ7	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ8	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ9	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ10	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ11	3	1,51	0,48	0,72	0,41-0,33-0,41	0,35-0,27-0,35	0,376	4,24	0,344	47,77	2,89
Ισ12	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Ισ13	2	1,53	2,33	3,56	0,54-0,54	1,27-1,27	1,37	7,24	2,19	61,51	2,47

Πίνακας 6.18 Υπολογισμός U Υαλοπινάκων 1^{ου} Ορόφου

		ΑΝΟΙΓΜΑ			ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ				ΠΛΑΙΣΙΟ		ΑΝΟΙΓΜΑ
α.α	Αρ. Φύλλων	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδόν	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδόν	Περίμετρος	Εμβαδόν	%	U
		m	m	m ²	m	m	m ²	m	m ²		W/m ² K
Op1	2	1,6	2,30	3,68	0,58-0,58	2,06-2,06	2,39	5,28	1,29	35,05	2,63
Op2	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op3	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op4	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op5	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op6	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op7	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op8	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op9	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op10	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op11	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op12	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op13	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77
Op14	2	1,6	1,61	2,57	0,66-0,58	1,41-1,33	1,702	7,96	0,868	33,77	2,77

Παρατηρούμε ότι $U_{\text{ανοίγματος}} \leq U_w (=3,00)$

6.7.2.4 Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m)

$$U_m = \frac{\sum A_j \times U_j \times b + \sum l_i \times \Psi \times b}{\sum A_j} \quad \text{σε W/m}^2 \text{ K}$$

Όπου U_m [W/(m².K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου,

A_j [m².K] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου,

U_j [W/(m².K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου,

l_i [m] το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

Ψ_i [W/(m.K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

b [-] μειωτικός συντελεστής για κάθε τύπο δομικού στοιχείου

Το ευρισκόμενο πηλίκιο U_m συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ από τον λόγο A/V του πίνακα 7 (TOTE-20701-2).

Εάν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή, έχοντας προηγουμένως βελτιώσει τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους δομικών

στοιχείων (π.χ. αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων, μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων κ.λ.π).

α.α	Δομικά Στοιχεία (ποσότητα)		Επιφάνεια A	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U	Μειωτικός Συντελεστής ς b	Συντελεστής Μεταφοράς A.U.b
			[m ²]	[W/m ² K]		[W/K]
1	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα	Δοκάρια (8)	0,980	2,958	1	23,2
		Οπτοπλινθοδομή (8)	Ισόγειο 141,74	1,082	1	318,03
			Όροφο 152,19			
		Ανοίγματα (διαφανή) (23)	2,57	2,77	1	163,73
		Ανοίγματα (διαφανή) (1)	8,66	2,58	1	22,34
		Ανοίγματα (διαφανή) (1)	0,72	2,89	1	2,08
		Ανοίγματα (διαφανή) (1)	3,56	2,47	1	8,79
		Ανοίγματα (διαφανή) (1)	3,68	2,63	1	9,68
2	Οροφές	Σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	235,2	2,16	1	508,03
3	Δάπεδα	Πάνω σε έδαφος	235,2	1,866	1	438,88

6.7.2.4.1 Υπολογισμός Θερμογεφυρών Ψi

Δεν απαιτείται ο υπολογισμός καθότι το κτίριο είναι κατασκευής 1977

Επομένως ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου U_m γίνεται

$$U_m = \frac{\sum A_j \times U_j \times b}{\sum A_j} = \frac{1494,8}{784,5} = 1,9 \quad \text{σε } W/m^2 K$$

6.7.2.4.2 Ο Υπολογισμός A/V του Κτιρίου γίνεται στον πίνακα 6.19

Πίνακας 6.19 Υπολογισμός A/V Κτιρίου

A/A	Ύψος(m)	Εμβαδόν(m ²)	Όγκος (m ³)
Ισόγειο	2,90	261,45	758,21
Όροφος	2,80	260,40	729,12
Σύνολο		521,85	1487,33

$$A/V=0,35$$

Από πίνακα 7 για την κλιματική ζώνη Β έχουμε: $U_{m,max}=1,06 [W/m^2K]$

Πρέπει $U_m \leq 1,06$ **ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ ΔΙΟΤΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΑΜΕ $U_m=1,9$**

6.7.2.5 Υπολογισμός Ενεργούς Θερμοχωρητικότητας K_m η οποία απαιτείται ως δεδομένο για να χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα iSBEM

$$K_m = \rho \times c_p \times d \quad \text{σε } KJ/m^2 K$$

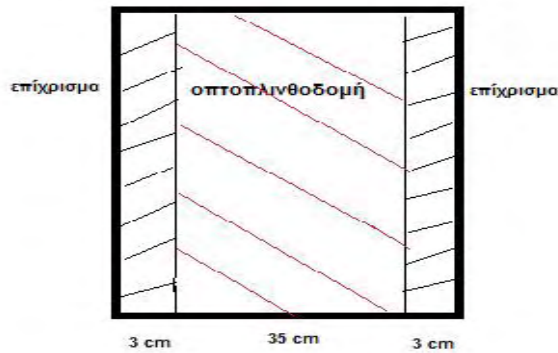
Πρέπει: $d \leq 10cm$

ή **όποιο από τα 2 έρθει πρώτο**

$$d \leq \frac{d_{\text{τουβλ}}}{2}$$

6.7.2.5.1 Εξωτερική Τοιχοποιία

Στρώσεις Δομικού Υλικού: Ασβεστοκονίαμα (3 cm)
Οπτοπλινθοδομή (35 cm)
Ασβεστοκονίαμα (3 cm)



$$\frac{d_{\text{τουβλ}}}{2} = 20,5$$

Επομένως σταματάμε στα 10 cm

$$K_m = \rho_{\text{επιχρ}} \times c_{\text{επιχρ}} \times 3 + \rho_{\text{τουβλ}} \times c_{\text{τουβλ}} \times 7 = 1800 \times 1 \times 0,03 + 1200 \times 1 \times 0,07 \rightarrow$$

$$K_m = 138 \quad \text{σε } \text{KJ/m}^2 \text{ K}$$

6.7.2.5.2 Οπλισμένο σκυρόδεμα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα



Στρώσεις Δομικού Υλικού: Ασβεστοκονίαμα (3 cm)
Οπτοπλινθοδομή (25 cm)
Ασβεστοκονίαμα (3 cm)

$$\frac{d_{\text{τουβλ}}}{2} = 15,5$$

Επομένως σταματάμε στα 10 cm

$$K_m = \rho_{\text{επιχρ}} \times c_{\text{επιχρ}} \times 3 + \rho_{\text{σκρ}} \times c_{\text{σκρ}} \times 7 = 1800 \times 1 \times 0,03 + 2400 \times 1 \times 0,07 \rightarrow$$

$$K_m = 222 \quad \text{σε } \text{KJ/m}^2 \text{ K}$$

6.7.2.5.3 Οροφή

Στρώσεις Δομικού Υλικού: Ασβεστοκονίαμα (2 cm)
Οπλισμένο σκυρόδεμα (20 cm)
Ελαφροσκυρόδεμα (5 cm)
Τσιμεντοκονίαμα (2)
Κεραμικά πλακίδια δαπέδου (5 mm)

$$\frac{d_{\text{δομικ}}}{2} = 14,75$$

Επομένως σταματάμε στα 10 cm

$$K_m = \rho_{\text{επιχρ}} \times c_{\text{επιχρ}} \times 2 + \rho_{\text{σκυρ}} \times c_{\text{σκυρ}} \times 8 = 1800 \times 1 \times 0,02 + 2400 \times 1 \times 0,08 \rightarrow$$

$$K_m = 138 \quad \text{σε } \text{KJ/m}^2 \text{ K}$$

6.8 Εφαρμογή Προγράμματος iSBEM στο Κτίριο της Στρατιωτικής Μονάδας (Διοικητήριο)

6.8.1 Γενικά Περί iSBEM

Το **SBEM** (Simplified Building Energy Model) σημαίνει απλοποιημένο μοντέλο ενέργειας κτιρίου. Είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο περιέχει μία ανάλυση της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των κτιρίων.

Ο σκοπός του SBEM και του iSBEM, το λογισμικό διασύνδεσής του (Interface), είναι να παράγει συνεπείς και αξιόπιστες αξιολογήσεις της ενεργειακής χρήσης σε μη οικιστικά κτίρια για οικοδομικούς σκοπούς πιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης. Αν και μπορεί να βοηθήσει στη διαδικασία σχεδιασμού, δεν είναι πρωτίστως ένα εργαλείο σχεδιασμού. Δεν υπολογίζει εσωτερικές θερμοκρασίες, για παράδειγμα.

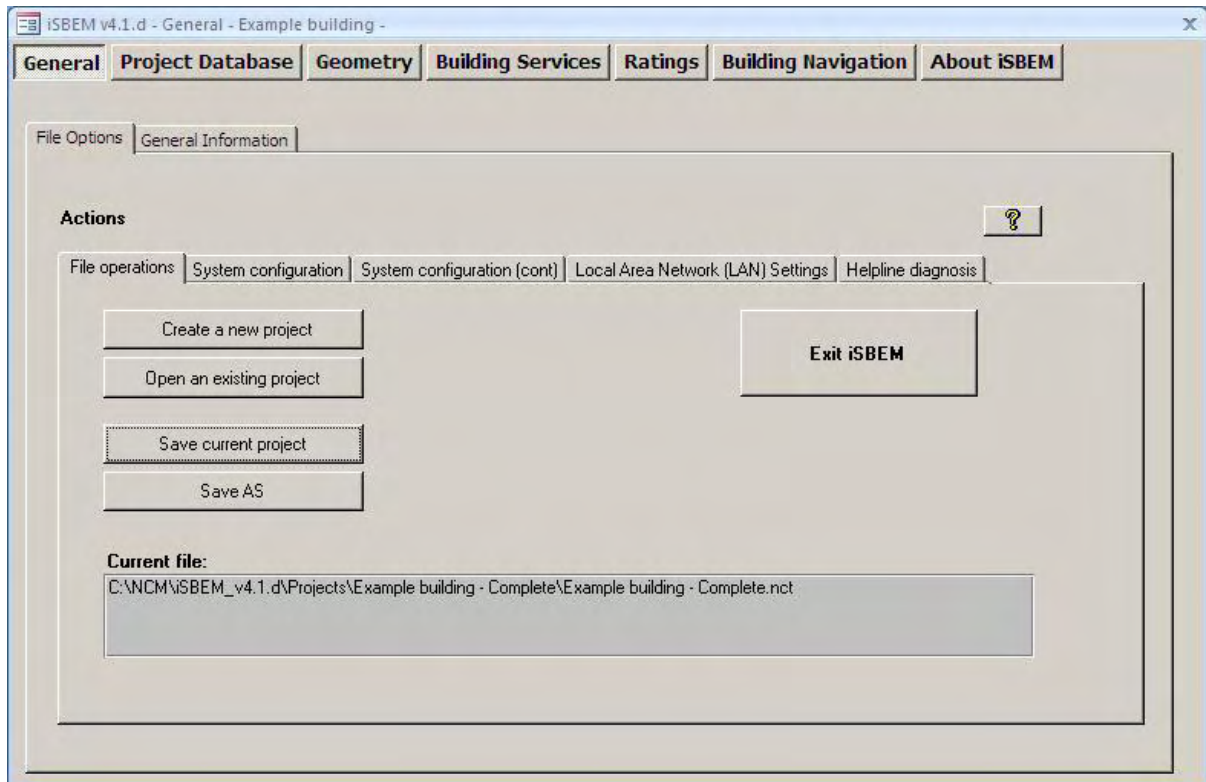
Έχει αναπτυχθεί για να τρέξει σε Windows πλατφόρμες (Windows 2000, Windows XP και Windows Vista) και δεν είναι συμβατό με Mac OS ή Linux. Η εφαρμογή έχει αναπτυχθεί σε C++ και μπορεί να μεταγλωττιστεί σε MAC ή Linux, αλλά η διεπαφή (iSBEM) έχει αναπτυχθεί στη Microsoft Access.

Τα λογισμικά iSBEMs χρησιμοποιούνται στην Αγγλία, Ουαλία, Βόρεια Ιρλανδία, Σκωτία, τη Μάλτα, τη Δημοκρατία της Ισλανδίας, το Γιβραλτάρ. Χρησιμοποιεί το πρότυπο ISO / EN 13790 ως βάση της.

6.8.2 Εισαγωγή στο iSBEM

Κατά την έναρξη του προγράμματος εμφανίζονται 7 υποκατηγορίες (seven main forms), όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

- General
- Project Database
- Geometry
- Building Services
- Ratings
- Building Navigation
- About iSBEM



Σχήμα 6.6 Αρχικό Menu Προγράμματος

6.8.3 Σύντομη Περιγραφή παραπάνω 7 υποκατηγοριών

General: Σε αυτό τον φάκελο αποθηκεύονται όλα τα “projects” που εφαρμόζουμε, καθώς και διάφορες πληροφορίες, όπως όνομα, διεύθυνση, είδος κτιρίου, δεδομένα καιρού, στοιχεία ιδιοκτήτη του κτιρίου, καθώς και στοιχεία του εκτιμητή/ πιστοποιητή.

Project Database: Εισάγονται τα στοιχεία κατασκευής του κτιρίου.

Geometry: Εισάγουμε την δραστηριότητα, το μέγεθος και των προσανατολισμό των ζωνών. Κάθε ζώνη απαιτεί την περιγραφή των τοίχων, του πατώματος, της οροφής και των παραθύρων τα οποία αποτελούν το κέλυφος του κτιρίου.

Building Services: Εδώ περιγράφονται όλα τα συστήματα του κτιρίου όπως θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού, τυχών φωτοβολταικά - ηλιακά συστήματα. Επιπλέον παρέχονται πληροφορίες για τον φωτισμό και τον αερισμό.

Ratings: Εδώ υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που εισάγαμε στις παραπάνω υποκατηγορίες.

Building Navigation: Η υπόψη κατηγορία παρέχει ιεραρχική περίληψη όλων των αντικειμένων του κτιρίου τα οποία ορίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα. Δεν εισάγουμε κάποια δεδομένα.

About iSBEM: Παρέχονται γενικά στοιχεία για το εν λόγω πρόγραμμα. Δεν εισάγουμε κάποια δεδομένα.

6.8.4 Εφαρμογή του προγράμματος.Εισάγουμε στο πρόγραμμα τα στοιχεία που υπολογίσαμε στην παράγραφο 6.7

6.8.4.1 General

■ General Information

■ Project Details

England and Wales Building Regulations London As built

■ Special Considerations

Not a modular or portable building

General Project Database Geometry Building Services Ratings Building Navigation About iSBEM

File Options General Information

Basic information about Project, Owner and Certifier

Project details Special considerations Building details Certifier details Owner details

☐ Tick if the building is a Modular or Portable building

Modular or Portable buildings

Planned time of use in a given location is:

☐ Less than 2 years ☒ More than 2 years

☐ if more than 70% of the external envelope of the building is to be created from sub-assemblies manufactured prior to the date this Approved Document comes into force

☐ If a TER/BER calculation is not available for a module constructed prior to October 2010

Date of manufacture of subassemblies: Post October 2010

☐ Is the portable building a distress purchase?

■ Building Details

B1 Offices and Workshop

DIOIKHTHRIO

307 TSYAY

STEFANOVIKEIO-VOLOS-37500

ARMY AVIATION AIRPORT

General	Project Database	Geometry	Building Services	Ratings	Building Navigation	About iSBEM
---------	-------------------------	----------	-------------------	---------	---------------------	-------------

File Options	General Information
--------------	----------------------------

Basic information about Project, Owner and Certifier
?

Project details	Special considerations	Building details	Certifier details	Owner details
-----------------	------------------------	-------------------------	-------------------	---------------

Building details

Building type	B1 Offices and Workshop businesses		
Name of the project	DIOIKHTRIO		
UPRN	000000000000		
Building address	307 TSYAY		
City	STEFANOVIKEIO VOLOS	Postal Code	37500
Location Description	ARMY AVIATION AIRPORT		
Inspection date	1/4/2009	Calendar	<input type="checkbox"/> Tick if the building is of special conservation status.

Certifier Details

Achilleas Ntontos

General	Project Database	Geometry	Building Services	Ratings	Building Navigation	About iSBEM
---------	-------------------------	----------	-------------------	---------	---------------------	-------------

File Options	General Information
--------------	----------------------------

Basic information about Project, Owner and Certifier
?

Project details	Special considerations	Building details	Certifier details	Owner details
-----------------	------------------------	------------------	--------------------------	---------------

Certifier details

Name	Achilleas Ntontos			Import details from mdb
Address	Achilleos 8C			
City	Volos	Postal Code	38333	Import details from accdb
Telephone number	2421076453			
Accreditation scheme	Not accredited			
Assessor number	ABCD000000			
Qualifications	NOS3			
Emp/Trading name	<insert Employer/Trading Name>			
Emp/Trading address	<insert Employer/Trading Address>			
Assessor Comp. No.	<insert Employer/Trading Number>			Clear all

■ Owner Details
307 TSYAY

General Project Database Geometry Building Services Ratings Building Navigation About iSBEM

File Options General Information

Basic information about Project, Owner and Certifier ?

Project details Special considerations Building details Certifier details Owner details

Owner of the building details

Name 307 TSYAY

Telephone number 2425062112

Address STEFANOVIKEIO

City VOLOS Postal Code 37500

6.8.4.2 Project Database

■ Constructions for walls

■ General

Wall 1 (1.082 - 138)

Wall 2 (2.985 - 222)

General Project Database Geometry Building Services Ratings Building Navigation About iSBEM

Constructions for Walls Constructions for Roofs Constructions for Floors Constructions for Doors Glazing

Constr. selector wall 1

General Assigned

Name wall 1 ☐ Tick if it involves Metal Cladding

Generally used in walls that connect the zone to: Exterior

What would you like to do?

☐ Import one from the library

☐ Help with Inference procedures

☒ Introduce my own values

U-value 1.082 W/m2K

κ_m 138 kJ/m2K

Note that this value was called C_m in previous versions

Constructions from the Library

Category Cavity wall (full fill)

Library Cavity wall (E&W) 2002 Part L

Sector Office

Building Reg Comp. 2002 Regulations (England & Wales)

General Description Cavity wall, bricks/blocks

Εγγραφή: 1 από 2 Χωρίς φίλτρο Αναζήτηση

■ Constructions for roofs

■ General

Roof (2.16 – 228)

The screenshot shows the 'Constructions for Roofs' window in the iSBEM software. The 'General' tab is active, and the 'Assigned' sub-tab is selected. The 'Name' field is set to 'Roof'. The 'Generally used in roofs that connect the zone to:' dropdown is set to 'Exterior'. There is a checkbox 'Tick if it involves Metal Cladding' which is unchecked. Under 'What would you like to do?', the 'Introduce my own values' radio button is selected. The 'U-value' is set to 2.16 W/m2K, and the 'K_m' is set to 228 kJ/m2K. A note states: 'Note that this value was called Cm in previous versions'. The 'Constructions from the Library' section shows the following settings: Category: Flat roof, Library: Flat roof (E&W) 2002 Part L, lightweight de..., Sector: Office, Building Reg Comp.: 2002 Regulations (England & Wales), and General Description: Flat roofs Asphalt on metal decking on ste...

■ Constructions for floors

■ General

Floor (Import one from the library)

The screenshot shows the 'Constructions for Floors' window in the iSBEM software. The 'General' tab is active, and the 'Assigned' sub-tab is selected. The 'Name' field is set to 'Floor'. The 'Generally used in floors that connect the zone to:' dropdown is set to 'Underground'. Under 'What would you like to do?', the 'Import one from the library' radio button is selected. The '1/R' is set to 0.58 W/m2K, and the 'K_m' is set to 36 kJ/m2K. There is a checkbox 'Tick if the U-value is corrected' which is unchecked. The 'Constructions from the Library' section shows the following settings: Category: Solid ground floor, Library: Solid ground floor, uninsulated, Sector: Office, Building Reg Comp.: 2002 Regulations (England & Wales), and General Description: Solid ground floor. The bottom status bar shows 'Εγγραφή: 1 από 1' and 'Αναζήτηση'.

■ Constructions for doors

The screenshot shows the iSBEM v4.1.0 software interface. The top menu bar includes 'General', 'Project Database', 'Geometry', 'Building Services', 'Ratings', 'Building Navigation', and 'About iSBEM'. Below this, a sub-menu bar highlights 'Constructions for Doors' among other options like 'Constructions for Walls', 'Constructions for Roofs', 'Constructions for Floors', and 'Glazing'. The main window is titled 'Constr. selector' and has tabs for 'General' and 'Assigned'. The 'General' tab is active, showing a 'Name' field with a green highlight. Below this, there are two sections: 'What would you like to do?' with radio buttons for 'Import one from the library' (selected), 'Help with Inference procedures', and 'Introduce my own values'; and 'Constructions from the Library' with dropdown menus for 'Category', 'Library', 'Sector', 'Building Reg Comp.', and 'General Description'. Input fields for 'U-value' (W/m2K) and ' K_m ' (kJ/m2K) are also present, with a note stating 'Note that this value was called C_m in previous versions'.

■ Glazing

■ General

Windows (Import one from the library)

Glazing Library: 4-12-4 uncoated glass, air filled

Frame library: Metal frame, thermal brake, Aluminium window frame

The screenshot shows the iSBEM v4.1.0 software interface with the 'Glazing' window selected in the sub-menu. The window is titled 'Glass selector' and has a dropdown menu set to 'windows'. It features tabs for 'General' and 'Assigned'. The 'General' tab is active, showing a 'Name' field with the value 'windows' highlighted in green. Below this, there are two sections: 'What would you like to do?' with radio buttons for 'Import one from the library' (selected), 'Help me with Inference procedures', and 'Introduce my own values'; and 'Glazings from the Library' with dropdown menus for 'Glazing library' (set to '4-12-4 uncoated glass, air filled') and 'Frame library' (set to 'Metal frame, thermal break, thermally improved spacer'). Input fields for 'U-value' (3.51 W/m2K), 'T Solar' (0.76), and 'L Solar' (0.8) are also present. Other dropdown menus include 'B Reg Comp' (2002 Building Regulations (E&W)), 'N° panes' (DOUBLE), 'Coating' (Uncoated, clear), and 'Frame mat' (Softwood).

6.8.4.3 Geometry



Project

General & geometry

Air permeability: 30 m³/h/m²

Zone height: 2,9+2.8 +0,295=5.995 m

Building area: 521.85 m²

Building rotation: 0 degrees

General | Project Database | **Geometry** | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Project | Zones | Envelope | Doors | Windows & Rooflights

Geometrical detail for the whole Project ?

General & geometry | Global Thermal Bridges

Building infiltration (Global)

☐ No, use default value 10 m³/h/m²

☒ Yes, Air permeability at 50pa is 30 m³/h/m²

Building orientation

Building (clockwise) rotation 0 degrees

Building details

Zone height (Global) 5.995 m

Maximum number of storeys 1

Building area: 521.85 m²

Currently total zone area is 231 m²

Building volume

☒ Let iSBEM calculate the volume of the building

☐ Use my own value

Thermal bridges

Not Applicable

General | Project Database | **Geometry** | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Project | Zones | Envelope | Doors | Windows & Rooflights

Geometrical detail for the whole Project ?

General & geometry | Global Thermal Bridges

Junctions involving metal cladding

Type of Junction	User Psi W/mK	Q/A Accredited detail? W/mK
Roof-wall		0.28
Wall-ground floor		1.15
Wall-wall (corner)		0.25
Wall-floor (not ground floor)		0
Lintel above window or door		1.27
Sill below window		1.27
Jamb at window or door		1.27

Junctions NOT involving metal cladding

Type of Junction	User Psi W/mK	Q/A Accredited detail? W/mK
Roof-wall		0.12
Wall-ground floor		0.16
Wall-wall (corner)		0.09
Wall-floor (not ground floor)		0.07
Lintel above window or door		0.3
Sill below window		0.04
Jamb at window or door		0.05



Zones



General

Name: z0/01

HVAC: Heating only-other systems

Building type: B1 Offices

Activity: Generic Office Area

Area: $23.8 \times 9.7 = 230.86 \text{ m}^2$

General | Project Database | Geometry | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Project | Zones | Envelope | Doors | Windows & Rooflights

Zone selector: **z0/01**

General | Quick Envelopes | Envelope Summary

Name: **z0/01** Multiplier: **1**

HVAC system: HVAC

Building Type: B1 Offices and Workshop businesses

Activity: Generic Office Area

Area: **230.86** m² Flr-to-flr height: **5.995** m

☐ Tick if this is a shell area

Infiltration

☐ No, use default value 10 m³/h/m²

☒ Yes, Air permeability at 50pa is **30** m³/h/m²

Thermal Bridges

☒ Tick here to use Global Psi values

User's notes

Description of Activity from NCM database

Areas to perform office work including offices and meeting rooms. It can include internal corridors providing access to the office spaces, tea making

Envelope

General

Name: z0/01n, north, $5.995 \times 23.8 = 142.68 \text{ m}^2$

Name: z0/01s, south, $5.995 \times 23.8 = 142.68 \text{ m}^2$

Name: z0/01w, west, $5.995 \times 9.7 = 58.15 \text{ m}^2$

Name: z0/01e, east, $5.995 \times 9.7 = 58.15 \text{ m}^2$

Name: z0/01c, ceiling, $23.8 \times 9.7 = 230.86 \text{ m}^2$

Name: z0/01f, floor, $23.8 \times 9.7 = 230.86 \text{ m}^2$

The screenshot shows the iSBEM software interface with the 'Envelope selector' window open for 'z0/01n'. The 'General' tab is selected. The 'Window & Door Summary' sub-tab is also visible. The 'Name' field is 'z0/01n', 'Zone' is 'z0/01', 'Type of envelope' is 'Wall', 'Construction' is 'Basic construction for walls', 'Connects space to' is 'Exterior', and 'Orientation' is 'North'. The 'Envelope Area' is '142.68 m2' and 'Perimeter' is '23.8 m'. There is a checkbox for 'Tick if there is a transparent solar collector on this wall'. The 'Additional Thermal Bridges' table is empty. The bottom status bar shows 'Εγγραφή: 1 από 6' and 'Μη φιλτραρισμένο Αναζήτηση'.

Mult	L (m)	Psi (W/mK)	Descrip
------	-------	------------	---------

Doors > 50% glazing

The screenshot shows the iSBEM software interface with the 'Door selector' window open. The 'General' tab is selected. The 'Name' field is empty, 'In Envelope' is 'Unassigned', 'Type' is 'Personnel Doors', 'Construction' is 'Basic construction for doors', and 'Area' is '2 m2'. The 'Additional Thermal Bridges' table is empty. The bottom status bar shows 'Εγγραφή: 1 από 6' and 'Μη φιλτραρισμένο Αναζήτηση'.

Mult	L (m)	Psi (W/mK)	Descrip
------	-------	------------	---------

Windows & Rooflights

General

Name: z0/01n, 2.57m2, Sar=1, Ff=0.33, Ar=1
 Name: z0/01n/1, 2.57m2, Sar=1, Ff=0.48, Ar=0.318
 Name: z0/01s, 2.57m2, Sar=1, Ff=0.33, Ar=1
 Name: z0/01s/1, 8.66m2, Sar=1, Ff=0.52, Ar=0.8
 Name: z0/01s/2, 3.68 m2, Sar=1, Ff=0.52, Ar=0.8
 Name: z0/01e, 2.57m2, Sar=1, Ff=0.33, Ar=1
 Name: z0/01e/1, 2.57m2, Sar=1, Ff=0.61, Ar=1
 Name: z0/01w, 2.57m2, Sar=1, Ff=0.33, Ar=1

General | Project Database | Geometry | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Project | Zones | Envelope | Doors | Windows & Rooflights

Window selector: z0/01/n

General

Name: z0/01/n Multiplier: 6

In Envelope: z0/01n

Glazing type: windows

Area (projected): 2.57 m2 Surface area ratio: 1

Area ratio covered: 1 ratio (>=1 and <=4)

Display window? ☐

Frame factor: 0.33

Aspect ratio: 1

Shading system: All other cases

Transmission factor: 1

Additional Thermal Bridges

Mult	L (m)	Psi (W/mK)	Descr.

Εγγραφή: 1 από 8 Χωρίς φίλτρο Αναζήτηση

6.8.4.4 Building Services

Global and Defaults

Project Building Services

Electric Power factor >0.95

General | Project Database | Geometry | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Global and Defaults | HVAC systems | HWS | SES | PVS | Wind generators | Transpired solar collectors | Zones

Building services detail for the whole Project

Project building services

Metering provision for lighting systems

Is the lighting separately sub-metered?

☒ No or don't know ☐ Yes

M&T with alarm for "out of range" values?

☒ No or don't know ☐ Yes, it does

Other building details

Electric power factor: 0.95

District Heating Parameters

Do you know the carbon dioxide conversion factor of the DH network?

☒ No, use default value 0.293 kgLU2/kWh

☐ Yes, conversion factor is: kgCO2/kWh

Do you know the primary energy conversion factor of the DH network?

☒ No, use default value 1.2 kWh/kWh

☐ Yes, conversion factor is: kWh/kWh

■ HVAC Systems

■ General

Name: HVAC

Type: Central heating using water radiators

Heat source: LTHW boiler

Fuel type: Oil

General | Project Database | Geometry | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Global and Defaults | HVAC systems | HWS | SES | PVS | Wind generators | Transpired solar collectors | Zones

Record selector: HVAC

General | Heating | Cooling | System Adjustment | Metering Provision | Bi-valent Systems | Zone Summary

Name: HVAC
Type: Central heating using water radiators

Heating system
Heat source: LTHW boiler
Fuel type: Oil
☐ Tick if this system also uses CHP

Cooling system
Pack Chiller: Default chiller
Generator type:

Ventilation
Heat recovery:
☐ Tick if variable heat recovery efficiency
Do you know the Heat Rec. seasonal efficiency?
☒ No, use the default ratio
☐ Yes, Heat Rec. seasonal eff. is: ratio
For this HVAC system, Ventilation is defined at zone level

Εγγραφή: 1 από 1 | Μη φιλτραρισμένο | Αναζήτηση

■ Heating

Heat source: LTHW boiler

Fuel type: Oil

Installed after 1998? No

General | Project Database | Geometry | Building Services | Ratings | Building Navigation | About iSBEM

Global and Defaults | HVAC systems | HWS | SES | PVS | Wind generators | Transpired solar collectors | Zones

Record selector: HVAC

General | Heating | Cooling | System Adjustment | Metering Provision | Bi-valent Systems | Zone Summary

Heating system
Heat source: LTHW boiler
Fuel type: Oil
☐ Tick if this system also uses CHP

Does it qualify for UK ECAs?
Not in the ECA list

Was it installed in or after 1998?
☒ No ☐ Yes

Do you know the effective heat generating seasonal efficiency?
☒ No, use default value 0.65
☐ Yes, seasonal efficiency is:

Do you know the generator radiant efficiency?
☒ No, use default value 0.4
☐ Yes, radiant efficiency is: 0.4

Cooling

The screenshot shows the iSBEM software interface with the 'Building Services' tab selected. Under 'Building Services', the 'HVAC systems' sub-tab is active. The 'Record selector' is set to 'HVAC'. The 'Cooling' sub-tab is selected, showing the 'Cooling system' configuration. The form includes fields for 'Pack chiller' (set to 'Default chiller'), 'Generator type', 'Generator kW', and 'Fuel type'. There are two sections for efficiency ratios: 'Do you know the generator seasonal energy efficiency ratio (SEER)?' and 'Do you know the generator nominal energy efficiency ratio (EER)?'. Both sections have radio buttons for 'No, use default value' and 'Yes, seasonal EER is:'. A message states 'This HVAC system does not provide cooling'. A checkbox is present for 'Tick, if this HVAC system has mixed mode operation strategy'.



HWS

General Basic HWS

The screenshot shows the iSBEM software interface with the 'Building Services' tab selected. Under 'Building Services', the 'HWS' sub-tab is active. The 'HWS selector' is set to 'Basic HWS'. The 'General' sub-tab is selected, showing the 'Basic HWS' configuration. The form includes fields for 'Name' (set to 'Basic HWS'), 'Generator type' (set to 'Dedicated hot water boiler'), and 'Fuel type' (set to 'Natural Gas'). There is a checkbox for 'Tick if the generator is later than 1998'. A section for 'Do you know the effective heat generating seasonal efficiency?' has radio buttons for 'No, use default value' (set to 0.65) and 'Yes, seasonal efficiency is:'. The 'Storage & Secondary circulation' sub-tab is also visible.

- Zones
- Lighting
 - 27870 W

General Project Database Geometry **Building Services** Ratings Building Navigation About iSBEM

Global and Defaults HVAC systems HWS SES PVS Wind generators Transpired solar collectors Zones

Record selector **z0/01**

HVAC & HW systems Ventilation Ventilation (cont) Exhaust **Lighting** Lighting Controls Display Lighting TSC

What information is available on lighting?

☐ Full lighting design carried out
 Total wattage W
 Design illuminance Lux

☒ Lighting chosen but calculation not carried out
 Lumens per circuit wattage
 Light output ratio

☐ Lighting parameters not available
 Lamp type

Are air-extracting luminaires fitted?

☐ Yes ☒ No or don't know

- Lighting Controls
 - Local Manual Switching: Yes
 - Occupancy Sensing: NONE

General Project Database Geometry **Building Services** Ratings Building Navigation About iSBEM

Global and Defaults HVAC systems HWS SES PVS Wind generators Transpired solar collectors Zones

Record selector **z0/01**

HVAC & HW systems Ventilation Ventilation (cont) Exhaust **Lighting** **Lighting Controls** Display Lighting TSC

Light controls

☒ Local Manual Switching
☐ Photoelectric
 Automatic daylight zoning for light controls?
☒ Yes, SBEM to subdivide zone if needed.
☐ No, percentage area controlled is: %

Photoelectric options

☒ Switching ☐ Dimming
☒ Tick here if there is a different sensor to control the back half of the zone
 Type

Occupancy Sensing?

Type

Do you know the Parasitic Power of the occu. sensing device?

☒ No, use the default 0.3 W/m2
☐ Yes, parasitic power is: W/m2

Do you know the Parasitic Power of the photoelectric device?

☒ No, use the default 1.5 W/m2
☐ Yes, parasitic power is: W/m2

6.8.4.5 Ratings

Building Rating

■ Check Regulation

	Heating	Cooling	Auxiliary	Lighting	Hot Water	Total	
Actual	99.09	0	2.07	272.9	4.52	378.58	kWh/m2/yr
Notional	94.72	0	0.98	11.67	3.51	110.89	kWh/m2/yr

1. CO2 emissions mandatory requirement		
BER	172.48	kgCO2/m2/yr
Notional	35.37	kgCO2/m2/yr
TER	35.37	kgCO2/m2/yr
Pass CO2	NO	

2. Additional checks required by approved documents:
[View Approved Document Checks](#)
Calculation progress: HVAC type 1 - Zone 16 of 16

Click to check object assignments, there are NO CRITICAL un-assignments in the project

Check Regulation

Click on text below for...

- SBEM Outputs
- Data Reflection - Actual Building
- Data Reflection - Notional Building
- Approved Documents Checks
- Additional Details Report

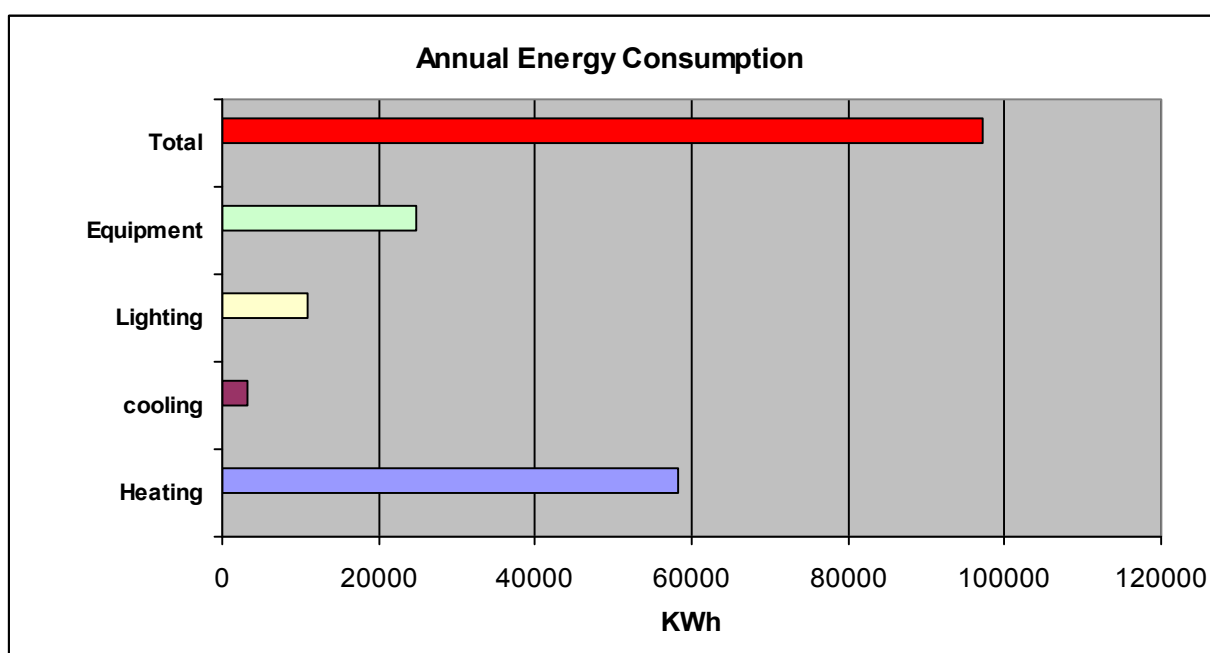
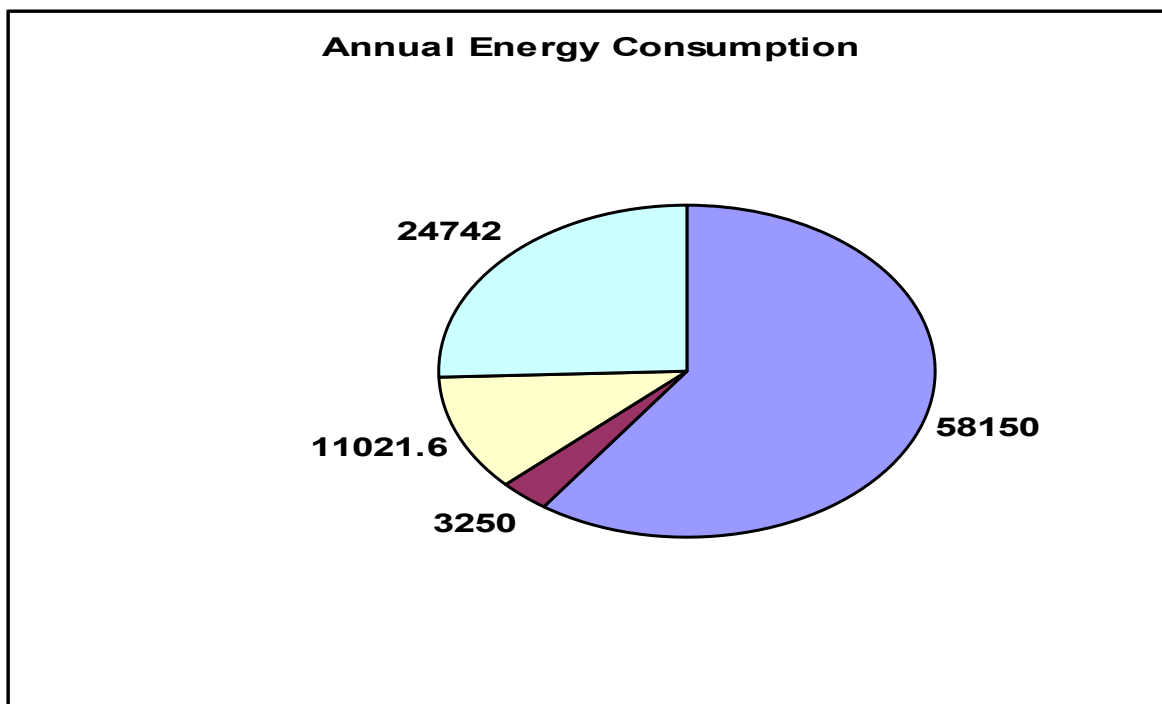
6.8.5. Συμπεράσματα

6.8.5.1 Από την εφαρμογή του προγράμματος iSBEM παρατηρούμε ότι οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου (Διοικητήριο), καθώς και οι εκπομπές CO₂ είναι αντίστοιχα:

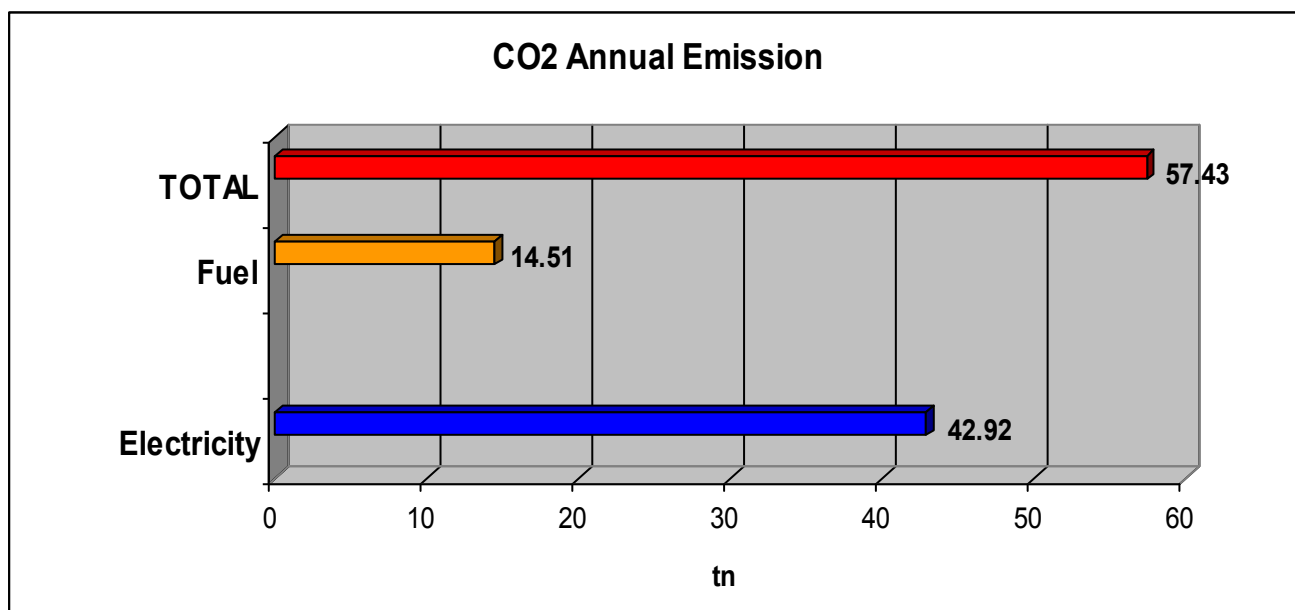
378.58 KWh/m2/year δηλαδή $378.58 \times 230.86 \text{ m}^2 = \mathbf{87398.98 \text{ KWh το χρόνο}}$
172.48 Kg/m2/year δηλαδή $172.48 \times 230.86 \text{ m}^2 = \mathbf{39.8 \text{ tn CO}_2 \text{ το χρόνο}}$

6.8.5.2 Από την μελέτη μας προκύπτει ότι οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του Διοικητηρίου, καθώς και οι εκπομπές CO₂, σύμφωνα με το Κεφάλαιο 3 είναι αντίστοιχα:

97163.6 KWh το χρόνο και **57.43 tn CO₂ το χρόνο**, όπως φαίνεται στα Σχήματα 6.7 και 6.8 αντίστοιχα



Σχήμα 6.7 Ετήσια Ενεργειακή Κατανάλωση Διοικητηρίου



Σχήμα 6.8 Ετήσιες Εκπομπές CO2 Διοικητηρίου

Οι διαφορές που βρίσκουμε στις τιμές **9764,62 KWh** και **17.63 tn CO2** οφείλονται στους παρακάτω λόγους:

- ❖ Διαφορετικές καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην Μεγάλη Βρετανία, όπως μεγαλύτερη διάρκεια του χειμώνα και λιγότερη ηλιοφάνεια.
- ❖ Η πρωτογενής ύλη για την παραγωγή ρεύματος μπορεί να είναι πυρηνική, αιολική, ή συνδιασμός αυτών με αποτέλεσμα μικρότερη εκπομπή CO2 στην ατμόσφαιρα
- ❖ Το πρόγραμμα υποθέτει υψηλή απόδοση καυστήρων, μηχανημάτων

Κεφάλαιο 7 Αποτελέσματα της Ενεργειακής Βελτιστοποίησης ως προς την Εξοικονόμηση Ενέργειας και ως προς τους Στόχους του 2020.

7.1 Γενικά

Σε αυτήν την μεταπτυχιακή εργασία μελετήσαμε το υπάρχον ενεργειακό σύστημα στρατοπέδου του Στρατού Ξηράς, προτείνουμε λύσεις για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (φωτοβολταϊκά πάνελ, λέβητες βιομάζας, ηλιακών θερμοσίφωνων) με σκοπό την αυτόνομη παραγωγή ενέργειας αλλά και την συνεισφορά στην χρήση ΑΠΕ κατά 20% έως το 2020.

7.2 Ποσοστό Εξοικονόμησης Ενέργειας με Χρήση Φ/Β - Λεβήτων Βιομάζας και Ηλιακών Θερμοσίφωνων σε 6 Βασικά Κτίρια.

7.2.1 Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου-Φωτισμού (πετρέλαιο-KWh) στα 6 βασικά κτίρια όπως πίνακας 7.1

Πίνακας 7.1 Συνολικό Ετήσιο Κόστος

	ΚΟΣΤΟΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ DIESEL (€)	ΚΟΣΤΟΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΕΥΜΑΤΟΣ (€)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	5500	4291,98	9791,98
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	9100	5835,5	14935,5
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ		331,1	331,1
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	35000	1555,4	36555,4
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ		4864,2	4864,2
ΙΑΤΡΕΙΑ	2800	762,3	3562,3
ΣΥΝΟΛΟ	52400	17640,48	70040

7.2.2 Ετήσιο Οικονομικό Όφελος σε καύσιμο από εξοικονόμηση KWh (ΔΕΗ) - Lt πετρελαίου (ΕΠ) και Ηλιακών Θερμοσίφωνων στα 6 Βασικά Κτίρια, όπως πίνακας 7.2

Πίνακας 7.2 Συνολική Ετήσια Εξοικονόμηση

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (KWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (Lt)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (€)
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Φ/Β (6 ΚΤΙΡΙΑ)	46850	-	5154
ΧΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (4 ΚΤΙΡΙΑ)	-	52400-30838	21562
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ (2 ΚΤΙΡΙΑ)	10000	-	1100
ΣΥΝΟΛΟ	56850	21562	27816

Θα απαιτηθεί αρχική επένδυση 50000€ για αγορά 4 λεβήτων βιομάζας και 90000 – 120000 € για την αγορά Φ/Β πάνελ στα 6 κτίρια

7.2.3 Συμπέρασμα: Έχουμε ετήσιο οικονομικό όφελος λόγω εξοικονόμησης καυσίμου της τάξης του

$$\frac{\text{Ετήσια Εξοικονόμηση Καυσίμου}}{\text{Ετήσιο Κόστος Καυσίμου}} = \frac{27816}{70040} \times 100 \% = 40 \%$$

7.3 Ποσοστό Μείωσης Εκπομπών CO₂ στα 6 Βασικά Κτίρια λόγω Χρήσης Φ/Β - Λεβήτων Βιομάζας και Ηλιακών Θερμοσίφωνων

7.3.1 Ετήσια Εκπομπή CO₂ στα 6 Βασικά Κτίρια λόγω Χρήσης Κατανάλωσης Συμβατικού Ρεύματος –Πετρελαίου όπως πίνακας 7.2

Πίνακας 7.3 Ετήσια Εκπομπή CO₂

	ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗ CO ₂ (tn)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	57,43
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	82,37
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	3,31
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	107,88
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	48,64
ΙΑΤΡΕΙΑ	15,01
ΣΥΝΟΛΟ	315

7.3.2 Ετήσια Μείωση Εκπομπών CO₂ σε 6 Βασικά Κτίρια όπως πίνακας 7.4

Πίνακας 7.4 Συνολική Ετήσια Μείωση Εκπομπής CO₂

	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ Φ/Β (tn)	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (tn)	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ (tn)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ (tn)
ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ	10,99	14,51		201
ΛΟΧΟΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ	12,98	24,01	5,5	
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	2,60	-		
ΥΠΟΣΤΕΓΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	8,47	92,33		
ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ	12,85	-	5,5	
ΙΑΤΡΕΙΑ	3,65	7,39		
ΣΥΝΟΛΟ	51,54	138,24	11	

7.3.3 Συμπέρασμα: Έχουμε ετήσια μείωση εκπομπής CO₂ της τάξης του:

$$\frac{\text{Μείωση Εκπομπών CO}_2}{\text{Ετήσια Εκπομπή CO}_2} = \frac{201}{315} \times 100 \% = 64 \%$$

7.4 Η Απόσβεση με την τοποθέτηση Φ/Β πάνελ σε έξι (6) κτίρια, την προμήθεια και τοποθέτηση τεσσάρων (4) λεβήτων βιομάζας σε ισάριθμα κτίρια, καθώς και την προμήθεια και τοποθέτηση δύο (2) ηλιακών θερμοσίφωνων σε ισάριθμα κτίρια, φαίνεται στον πίνακα 7.5

Πίνακας 7.5 Απόσβεση

ΑΓΟΡΑ 6 Φ/Β (€)	ΑΓΟΡΑ 4 ΛΕΒΗΤΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (€)	ΑΓΟΡΑ 2 ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ (€)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ (α)+(β)+(γ) (€)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (ΠΕΥΜΑ+ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ) (€)	ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΕΤΗ
(α)	(β)	(γ)	(δ)	(ε)	(στ)
90000	50000	2000	142000	28000	5-6

Κεφάλαιο 8 Σύνοψη Μεταπτυχιακής Εργασίας

Στην παρούσα εργασία εξετάσαμε το υπάρχον ενεργειακό σύστημα, καθώς και τις ενεργειακές καταναλώσεις έξι (6) κτιρίων ενός εικονικού στρατοπέδου του Στρατού Ξηράς. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι μη διαβαθμισμένα και αφορούν **πραγματικές ετήσιες καταναλώσεις 6 κτιρίων στρατοπέδου** και οι οποίες ανταποκρίνονται σε μεγάλο βαθμό σε όλα τα στρατόπεδα της Ελληνικής επικράτειας.

Δεδομένου της μελλοντικής κατακόρυφης αύξησης του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και του ειδικού φόρου εκπομπής CO₂ που καλείται η κάθε χώρα να καταβάλλει, διαπιστώσαμε ότι ο Στρατός Ξηράς, με αριθμό προσωπικού που ανέρχεται σε 90000, με 500 στρατόπεδα, καθώς και με τα πολλαπλά κτίρια-εγκαταστάσεις, δύναται να ελαττώσει σημαντικά τις ενεργειακές του καταναλώσεις, εξοικονομώντας σημαντικό οικονομικό όφελος της τάξης του 40% σε μακροχρόνια απόσβεση, αλλά και έχοντας άμεση και σημαντική συνεισφορά στην προστασία του περιβάλλοντος με την μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου της τάξης του 60%, με τις εξής όμως προϋποθέσεις:

- Η επένδυση από την ιεραρχία ποσού για την αγορά και εγκατάσταση ΑΠΕ σε κατάλληλες στρατιωτικές μονάδες οι οποίες αρχικά θα λειτουργήσουν πιλοτικά
- Η ενημέρωση, με σκοπό την αλλαγή νοοτροπίας του προσωπικού και την ευαισθητοποίησή του όσο αφορά την καλλιέργεια της συνήθειας της “οικονομίας” στην χρήση των ηλεκτρικών συσκευών.

Τέλος η παρούσα εργασία δύναται να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την εκπόνηση παρόμοιων μελετών που θα αφορούν στην ενεργειακή κατανάλωση αλλά και στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε οποιοδήποτε Στρατόπεδο, καθώς και σε κτίρια οποιασδήποτε Δημόσιας Υπηρεσίας

Βιβλιογραφία

- Boyle, G. (editor), "Renewable energy: Power for the sustainable Future", Oxford University Press, 2nd edition, 2004.
- Hinrichs, R.A., Energy: Its use and the environment". Saunders College Publishing, New York, 1996.
- Twidell, J. & Weir, T., "Renewable Energy Resources". 2nd ed., Taylor & Francis, London, 2006.
- Tyler Miller, Jr., G., "Living in the Environment; Principles, Connections, and Solutions", 10th Edition, 2000. (Ελληνική μετάφραση "Βιώνοντας το Περιβάλλον", 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, 2 τόμοι, 1999).
- Umstattd, R.J. Future energy efficiency improvements within the US department of defense: Incentives and barriers. Energy Policy, 37, 2870–2880, 2009.
- Westervelt, E.T., and Fournier, D.F. Energy Trends and Their Implications for US Army Installations. Army Corps of Engineers, ERDC/CERL TN-05-1, September 2005.
- Kats H. Gregory, «Slowing global warming and sustaining development. The promise of energy efficiency » Energy Policy, January/February 1990, Geneva, Switzerland
- Romo-Fernández, Luz .M., López-Pujalte, C., Guerrero -Bote, V.P, and Moya-Anegón , F. «Analysis Of Europe's Scientific Production On Renewable Energies». Renewable Energy 36 (2011) 2529-2537
- Nikolaïdis, Y., Pilavachi A.P, Chletsis A., «Economic evaluation of energy saving measures in a common type of Greek building» Applied Energy, 86, (2009) 2550-2559
- Jager A.,-Waldau«Photovoltaics and renewable energies in Europe», Science Direct Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11 (2007) 1414-14377
- Eileen T. Westervelt E.T. and Donald F. Fournier, US Army Corps of Engineers «Energy Trends and Implications for U.S. Army Installations». Report, US Army Corps of Engineers, September 2005 [www....
- Langner, R., Deru, M., Zhivov, A., Liesen, R., and Herron, D. «Extremely Low-Energy Design for Army Buildings: Tactical Equipment Maintenance Facility», Presented at the 2012 ASHRAE Winter Conference Chicago, Illinois January 21-25, 2012.
- King D. A Presentation on «The Future of Army Energy»., 23 March 2011.
- BP, BP Statistical Review of World Energy, June 2011 [πρόσβαση Απρ. 2012, www.bp.com]
- Ανδρίτσος, Ν. «Ενέργεια και Περιβάλλον», Διδακτικές Σημειώσεις , Παν. Θεσσαλίας, Οκτώβριος 2008.
- Φραγκιαδάκης, Ι.Ε. «Φωτοβολταϊκά Συστήματα», 3^η Έκδοση 2009
- Περιοδικό ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΛΟΓΗ «Βιοκαύσιμα-Ορισμοί και Νομοθετικό Πλαίσιο, Θερμομόνωση» Τεύχος 506 Ιούλιος-Αύγουστος 2009