



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.)**

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
2^η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ : «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ»**

«Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Μέτρων Ενεργειακής Αναβάθμισης Στρατοπέδων στην Ήπειρο»

Διπλωματική εργασία η οποία υποβάλλεται για
μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του Δ.Π.Μ.Σ.
«Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών»

Σπυρίδων Καρράς

Αξιωματικός Στρατού Ήφρας
Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων

Περιβάλλον

Και

Ανάπτυξη

Τριμελής Επιτροπή :

Στέγγου - Σαγιά Α., Δαμίγος Δ., Σαγιάς Ι.

Μέτσοβο, Οκτώβριος 2018

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε το 2018, για την ολοκλήρωση της φοίτησης στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών" στη σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Την επίβλεψη της εργασίας ανέλαβε η Καθηγήτρια της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π. κ. Αθηνά Στέγγου - Σαγιά, την οποία ευχαριστώ από καρδιάς, για την άριστη συνεργασία μας τόσο κατά τη διάρκεια παραμονής μου στο Μέτσοβο, όσο και μετά τη λήξη των μαθημάτων. Η ουσιαστική της καθοδήγηση, η αμέριστη και πάντα διαθέσιμη συμπαράσταση και η υποστήριξη της επιλογής του θέματος, αποτέλεσαν χαρακτηριστικά της συνεργασίας μας, τα οποία θα εκτιμώ και θα αναπολώ για πάντα στο μέλλον. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δ. Δαμίγο και στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ίων Σαγιά που συμμετείχαν στην τριμελή επιτροπή εξέτασης της εργασίας.

Παράλληλα με την ευγνωμοσύνη στους καθηγητές, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Διδάκτορα Ε.Μ.Π. Νίκο Κατσουλάκο, χωρίς την συμπαράσταση του οποίου θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της εν λόγω εργασίας και στους υποψήφιους Διδάκτορες Γιώργο Παναγιωτόπουλο και Ηλία Δούλο, οι οποίοι βοήθησαν, ώστε η παραμονή και οι σπουδές στο ΜΕΚΔΕ να είναι εμπειρία μοναδική.

Τέλος, ευχαριστώ τη σύζυγο μου Μαρία και τις δύο μου κόρες, Αφροδίτη και Αλεξάνδρα, που με συνόδευσαν σε αυτό το πρωτόγνωρο για μένα ταξίδι στη γνώση και στα βιώματα του Ε.Μ.Π. .

Περίληψη

Τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται έντονη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, η οποία, είτε για οικονομικούς, είτε για οικολογικούς λόγους, έχει οδηγήσει σε σειρά μέτρων για την μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και την εξοικονόμηση ενέργειας. Μεγάλο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης, προέρχεται από τον κτηριακό τομέα, καθώς, λόγω παλαιότητας και απουσίας ουσιαστικού ενεργειακού κανονισμού, η πλειονότητα των κτηρίων έχει κατασκευαστεί είτε με μηδαμινούς είτε με τους ελάχιστους ενεργειακούς όρους. Στην Ελλάδα, ο νόμος ορόσημο στην ουσιαστική εφαρμογή των διεθνών και εθνικών, περιβαλλοντικών αποφάσεων και δεσμεύσεων, είναι ο νόμος 3661/2008 και ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, όπως αυτός εφαρμόζεται από το 2010.

Μεγάλο μέρος της κατηγορίας που περιλαμβάνει το κτηριακό περιβάλλον, κατέχουν τα δημόσια κτήρια. Κτήρια συνήθως ιδιαίτερα μεγάλης ηλικίας, με υψηλές λειτουργικές και ενεργειακές δαπάνες. Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, ως κομμάτι αυτού του φορέα, με πληθώρα κτηριακών εγκαταστάσεων, σε όλο το εύρος της ελληνικής επικράτειας, στο πλαίσιο των εθνικών και διεθνών του δεσμεύσεων, έχει ξεκινήσει δράσεις με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των εγκαταστάσεών του.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, μελετάται υπό οικονομικοτεχνικούς όρους, η ενεργειακή αναβάθμιση ενός φανταστικού μοντέλου στρατοπέδου, το οποίο μάλιστα έχει χωροθετηθεί, στην περιοχή της Ηπείρου, όπου λόγω της ορεινότητας, το ενεργειακό πρόβλημα είναι εντονότερο. Η ταυτότητα των κτηρίων του μοντέλου στρατοπέδου, όπως αυτή έχει διαμορφωθεί από τις χρήσεις και τα χαρακτηριστικά τους, ποσοτικοποιήθηκε και εισήχθη στο λογισμικό του TEE-KENAK, από το οποίο, αυτά κατατάχθηκαν σε ενεργειακές κατηγορίες, προτάθηκαν εναλλακτικά σενάρια επεμβάσεων, κοστολογήθηκαν και εν τέλει μέσα από την υπολογιστική αυτή διαδικασία, προέκυψε η ενεργειακή και περιβαλλοντική εξοικονόμηση των εναλλακτικών επεμβάσεων.

Για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των επεμβάσεων, η παρούσα εργασία περιλαμβάνει χρηματοοικονομική ανάλυση κόστους και οφέλους των εναλλακτικών επενδυτικών σχεδίων, όπου και συμπερασματικά προκύπτει θετικό πρόσημο στην επιλογή της υλοποίησης των επεμβάσεων και υποδεικνύεται η βέλτιστη εναλλακτική επιλογή, καθώς η απόδοση της επένδυσης γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα, με υψηλό οικονομικό και οικολογικό όφελος.

Abstract

In recent decades, there has been strong environmental awareness, which, for economic or ecological reasons, has led to a number of measures to reduce environmental pollution and save energy. Much of the energy consumption comes from the building sector, because, due to the age and lack of substantial energy regulation, the majority of buildings have been built in either no energy terms, or in minimal energy terms. In Greece, the landmark law in the effective implementation of international and national environmental decisions and commitments is Law 3661/2008 and the Energy Performance of Buildings Regulation, as implemented from 2010.

Much of the category that includes the building environment is owned by public buildings. These, are usually of very old age buildings, with high operating and energy costs. The Ministry of National Defense, as a part of public sector, with a number of buildings, throughout the Greek territory, in the framework of its national and international commitments, has launched actions aimed at the energy upgrading of its facilities.

In this diploma thesis is studied, throughout economical and technical terms, the energy upgrade of a fantastic model of a camp, which has been located in the region of Epirus, where, due to mountainousness, the energy problem is more intense. The identity of the buildings of the camp model, as it has been shaped by their uses and characteristics, has been quantified and introduced into the TEE-KENAK software, from which they were classified into energy classes. Alternative scenarios of interventions, which were costly and finally through this computational process, were suggested, resulting in the energy and environmental savings of alternative interventions.

For the full evaluation of the interventions, this study includes a financial analysis of the cost and benefits of the alternative investment projects. In conclusion, there is a positive sign in the selection of the implementation of the interventions and the optimal alternative is indicated as the return on investment is made in a short time, with high economic and ecological benefit.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	i
Περίληψη.....	iv
Abstract.....	v
1. Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2. Οριοθέτηση Θέματος.....	3
2.1 Κατανομή της Ενεργειακής Κατανάλωσης.....	3
2.1.1 Ενέργεια και Κτήρια.....	3
2.1.2 Μείωση των Καταναλώσεων.....	4
2.1.3 Οι Κτηριακές Ενεργειακές Καταναλώσεις στην Ελλάδα.....	5
2.2 Συνοπτική Ανάλυση της Εξέλιξης της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας.....	6
2.3 Η Ελληνική Νομοθετική Πρόοδος	9
2.4 Περιβαλλοντική Πολιτική ΥΠΕΘΑ.....	12
2.5 Το Πρόγραμμα LIFE στις Ένοπλες Δυνάμεις.....	16
Κεφάλαιο 3. Αντικείμενο και Σκοπός της Μελέτης , Υφιστάμενη Κατάσταση.....	20
3.1 Αντικείμενο της Μελέτης.....	20
3.1.1 Υφιστάμενη Κατάσταση Στρατιωτικών Εγκαταστάσεων- Δυνατότητες.....	20
3.1.2 Περιβαλλοντική Οικονομία.....	21
3.1.3 Σκοπός της Μελέτης.....	22
3.2 Μοντέλο Στρατοπέδου.....	22

3.2.1 Χωροθέτηση Στρατοπέδου.....	22
3.2.2 Βασικά Χαρακτηριστικά της Περιοχής της Μελέτης, Ορεινότητα και Κλιματικές Συνθήκες Ιωαννίνων.....	23
3.3 Υφιστάμενη Κατάσταση/Τεχνική Έκθεση.....	28
3.3.1 Διάταξη Μέσα στο Οικόπεδο/Περιγραφή Χρήσεων.....	29
3.3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση Κτηρίων.....	32
3.3.3 Κτήρια Προσωρινής Διαμονής (Λόχοι-Θάλαμοι Οπλιτών).....	33
3.3.4 Κτήριο Γραφείων (Διοικητήριο).....	36
3.3.5 Κτήριο Συνάθροισης Κοινού (Εστιατόρια-Μαγειρεία).....	38
3.3.6 Γενική Περιγραφή των Κτηρίων-Υλικά και Συντελεστές.....	40
3.3.7 Αποτύπωση της Υφιστάμενης Ενεργειακής Κατανάλωσης....	43
Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογία.....	47
4.1 Μέθοδοι Ενεργειακής Ανάλυσης Κτηρίων.....	47
4.1.1 Ορισμοί.....	47
4.1.2 Μέθοδος των Βαθμομερών.....	49
4.1.3 Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας.....	51
4.1.4 Εκτίμηση Ενεργειακής Ζήτησης-Κατανάλωσης Κτηρίου.....	54
4.2 Ανάλυση Κόστους Οφέλους.....	55
4.2.1 Πίνακας Ταμειακών Ροών.....	55
4.2.2 Επιτόκιο Προεξόφλησης.....	57
4.2.3 Η Καθαρά Παρούσα Αξία.....	58
4.2.4 Εσωτερική Απόδοση Επί Του Κεφαλαίου.....	59
4.2.5 Αξιολόγηση Σχεδίου Βάσει ΚΠΑ-ΕΑΚ	59

Κεφάλαιο	5.	Προτεινόμενες	Επεμβάσεις-Εφαρμογή-
Αποτελέσματα.....			62
5.1 Βελτίωση Ενεργειακής Συμπεριφοράς και Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτήρια-Γενικά			62
5.2 Αναλυτική Περιγραφή Επεμβάσεων.....			69
5.2.1 Επεμβάσεις στο Κέλυφος, Μόνωση Εξωτερικής Τοιχοποιίας.....			69
5.2.2 Επεμβάσεις στο Κέλυφος, Αντικατάσταση Κουφωμάτων και Υαλοστασίων.....			72
5.2.3 Μόνωση της Οροφής.....			75
5.2.4 Επέμβαση στις Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις.....			77
5.2.5 Αντικατάσταση Υπαρχόντων Λεβήτων με Αντλίες Θερμότητας και Τοποθέτηση η Όχι Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης.....			78
5.2.6 Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Θερμοσίφωνων με Μπόιλερ Από τις Αντλίες Θερμότητας.....			81
5.2.7 Τοποθέτηση Ηλιακών Θερμοσιφώνων.....			81
5.3 Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων Μοντέλου Στρατοπέδου.....			83
5.3.1 Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίου Λόχων.....			84
5.3.2 Ενεργειακή Απόδοση Διοικητηρίου.....			86
5.3.3 Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίου Μαγειρείων-Εστιατορίων.....			89
5.3.4 Υφιστάμενο Κόστος Χρήσης Κτηρίων.....			91
5.4 Κοστολόγηση Επεμβάσεων.....			93
5.5 Εκτιμώμενα Οφέλη.....			95
5.6 Χρηματοοικονομική Αξιολόγηση Σεναρίων Επεμβάσεων.....			97
5.7 Συμπεράσματα.....			102
Βιβλιογραφία.....			105

1. Εισαγωγή

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας, εδώ και αρκετά χρόνια έχει κριθεί ως απαραίτητη. Την τελευταία δεκαετία μάλιστα, θεωρείται κάτι παραπάνω από επιτακτική. Η κλιματική αλλαγή, η αισθητή μείωση των «παραδοσιακών» ορυκτών καυσίμων και η ανάγκη για ανταγωνιστικότητα στην αγορά ενέργειας, έχουν καταστήσει σαφές, ότι παράλληλα με την στροφή στις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, απαιτείται και ο περιορισμός της ζήτησης.

Η Ευρώπη έχει πρωτοστατήσει στη νέα αυτή περιβαλλοντική πολιτική, έχοντας να επιδείξει άλματα προόδου, τόσο στην αποστροφή των παραδοσιακών και εξαιρετικά ρυπογόνων κλασικών μορφών ενέργειας, όσο και στην λήψη μέτρων περιορισμού της κατασπατάλησης και υπερβολικής ζήτησης ενέργειας. Ανεξαρτήτως των λόγων και των κινήτρων της Ε.Ε., για την υιοθέτηση αυτής της πολιτικής, ουδείς αμφιβάλει για τα θετικά και θεαματικά έως τώρα αποτελέσματα της. Αντίστοιχα και η Ελλάδα, ως ισότιμο μέλος του Ευρωπαϊκού οικοδομήματος, έχει καταβάλει μεγάλη προσπάθεια εναρμόνισης και σύμπλευσης με την κεντρική Ευρωπαϊκή ιδέα χάραξης της περιβαλλοντικής πολιτικής. Αν και με σημαντικές καθυστερήσεις, οι οποίες πολλές φορές έφτασαν στα όρια του εξαναγκασμού, η χώρα έκανε άλματα προόδου και την παρούσα περίοδο κινείται στη σωστή κατεύθυνση. Κατάφερε δηλαδή, έστω και νωχελικά, από τον πρώτο Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων του 1979, να φθάσει στον Κανονισμό Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτηρίων του 2010, ο οποίος αποτελεί το επιστέγασμα της μείωσης της ενεργειακής ζήτησης στον κτηριακό τομέα. Ενός τομέα, που όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, φέρει μεγάλη ευθύνη στις ενεργειακές καταναλώσεις και στην οικολογική επιβάρυνση.

Την παρούσα περίοδο, λόγω της οικονομικής δεινότητας, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολος, ο προσανατολισμός σημαντικών κονδυλίων προς αυτή την κατεύθυνση. Επενδύσεις οι οποίες έπρεπε να είχαν γίνει χρόνια πριν, έχουν συσσωρευτεί για αυτή την δύσκολη χρονική στιγμή. Η επένδυση όμως στην ενεργειακή οικονομία, πέραν των περιβαλλοντικών κερδών και της ρεαλιστικής βάσης που τη χαρακτηρίζει, έχει και μεγάλο οικονομικό όφελος. Αφορά δηλαδή σε ακριβές επενδύσεις, οι οποίες όμως παρουσιάζουν άμεσο, αισθητό και με περιορισμένο ρίσκο, ετήσιο οικονομικό όφελος.

Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, ως ζωντανός οργανισμός και κύτταρο της Ελληνικής κοινωνίας, δεν μπορεί να μείνει απλώς παρατηρητής αυτών των εξελίξεων. Δεσμευόμενο, τόσο από την

Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία, αλλά και από τις πολιτικές των Διεθνών Οργανισμών που μετέχει, έχει ήδη κάνει βήματα προς αυτήν την προσαρμογή. Διατηρώντας ένα πλήθος κτηριακών εγκαταστάσεων, σε όλη την Ελληνική επικράτεια, έχει φθάσει στο σημείο λήψης αποφάσεων, προς αυτή την κατεύθυνση. Πάντα υπό το πρίσμα των τρεχουσών και επιχειρησιακών απαιτήσεων, μήπως τελικά αυτού του είδους οι επενδύσεις, δεν είναι και τόσο ήσσονος σημασίας, αλλά μειώνοντας τα λειτουργικά έξοδα, εν τέλει διευκολύνουν το μελλοντικό επιχειρησιακό σχεδιασμό και υλοποίηση;

Το παραπάνω, διερευνά η παρούσα μελέτη, προτείνοντας επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης στρατοπέδων και αξιολογώντας τις, εφαρμόζοντας πλήρη τεχνικοοικονομική έκθεση. Αναλύοντας, δηλαδή τα κόστη και τα οφέλη μίας τέτοιας τυχούσας επενδυτικής επιλογής. Για την εν λόγω μελέτη, λόγω της φύσεως και των ιδιαιτεροτήτων των εγκαταστάσεων του ΥΠΕΘΑ, επιλέχθηκε η δημιουργία ενός φανταστικού μοντέλου στρατοπέδου, ως μοντέλου προσομοίωσης, όσο το δυνατόν εγγύτερα στην πραγματικότητα, το οποίο επιλέχθηκε να χωροθετηθεί, σε μία ορεινή περιοχή, στην Ήπειρο.

Στην παρούσα λοιπόν εργασία, αναλύεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση ενός μοντέλου στρατοπέδου, προτείνονται επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης αυτού μέσα από διαφορετικά σενάρια, κοστολογούνται και μέσα από την διαδικασία ανάλυσης κόστους οφέλους της καθαρής παρούσας αξίας και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης, καταλήγει εκτός από τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά συμπεράσματα και σε οικονομικά δεδομένα. Τέλος, όλα τα ανωτέρω, παρουσιάζονται ως συμπεράσματα και διαπιστώσεις και προκρίνεται το βέλτιστο εκ των σεναρίων.

Κεφάλαιο 2. Οριοθέτηση Θέματος

2.1 Κατανομή της Ενεργειακής Κατανάλωσης

Η εξοικονόμηση ενέργειας και το ισοζύγιο παραγωγής-κατανάλωσης, αποτελεί προτεραιότητα για κάθε κράτος στον πλανήτη. Η ζήτηση για ενέργεια στην Ευρώπη των 27, αυξάνει με σταθερό ρυθμό τα τελευταία τριάντα χρόνια. Η Ευρώπη, έχοντας ταχθεί υπέρ της σταδιακής αποπυρηνικοποίησης στο τομέα της παραγωγής ενέργειας και αναζητώντας συγχρόνως φθηνή ενέργεια, έχει στραφεί στις ανανεώσιμες πηγές. Παρόλα αυτά, εξακολουθεί να αδυνατεί να παράγει την ενέργεια που καταναλώνει και εξαναγκάζεται σε εισαγωγές είτε ενέργειας είτε πετρελαίου και αερίου, πράγμα το οποίο συνεπάγεται εξάρτηση και την καθιστά στρατηγικά εκτεθειμένη. Παράλληλα με την ανάπτυξη των Α.Π.Ε., η εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελεί στρατηγική επιλογή και πολιτική προτεραιότητα.

2.1.1 Ενέργεια και Κτήρια

Οι τομείς στους οποίους κατανέμεται η κατανάλωση ενέργειας είναι η βιομηχανία, οι μεταφορές, η οικιακή χρήση, οι υπηρεσίες, η γεωργία και άλλοι μικρότερης σημασίας (εικόνα 2.1).



Διάγραμμα 2.1 Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης στην Ε.Ε. ανά τομέα χρήσης (πηγή : Κατσουλάκος, 2013)

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.1, ο κτηριακός τομέας (νοικοκυριά και υπηρεσίες) είναι αυτός που δεσμεύει τα μεγαλύτερα ποσοστά ενέργειας, έχοντας σε μεγάλο βαθμό εκτοπίσει τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Μέχρι το 2030, εκτιμάται ότι αυτή η κατανάλωση θα εκτιναχθεί στο 75% συγκρίσει με σήμερα (Λεβέντη 2012).

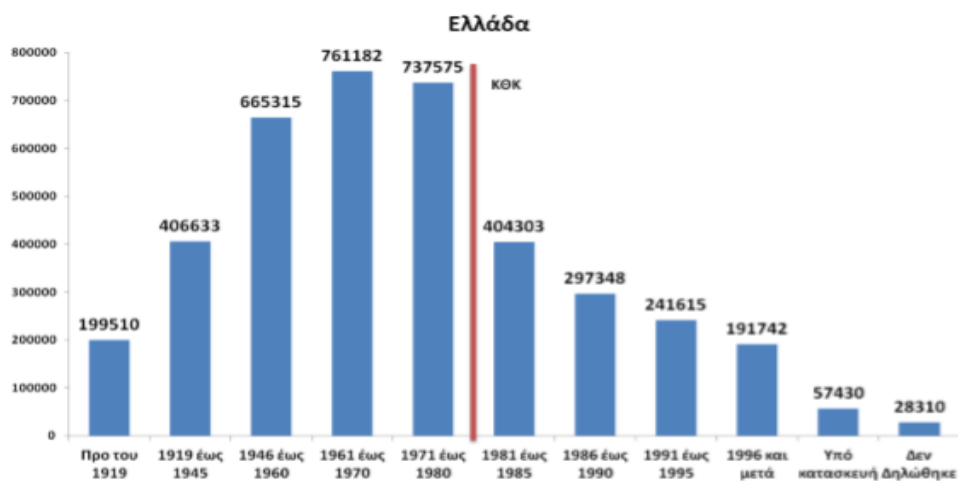
Ένα επιπλέον πρόβλημα που συνεπάγεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση, είναι η εκπομπές CO₂. Τα κτήρια, εκτός του ότι παράγονται μέσω μίας σύνθετης διαδικασίας που απαιτεί ενέργεια, η οποία συνεισφέρει δραματικά στην εκπομπή ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου, εξακολουθούν και ρυπαίνουν καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους. Μόνο εντός των ορίων της Ε.Ε., η επίδρασή τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αγγίζει τους 6 δις τόνους ενώσεων του άνθρακα (C) που εκπέμπονται παγκόσμια. Αποτελούν δηλαδή, ένα αέναο ρυπαντή, ο οποίος παράλληλα με την χρήση του αφήνει και το βαρύ του αποτύπωμα.

2.1.2 Μείωση των Καταναλώσεων

Στα κτήρια της Ε.Ε. αναλογεί, το 40% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, το 16% του νερού και το 70% των εκπομπών CO₂. Με την εφαρμογή των νέων μέτρων της οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων (EU, 2002), εκτιμάται ότι οι νέες οικοδομές, θα εξοικονομήσουν 9 εκατ. TTP (ο τόνος ισοδύναμου πετρελαίου είναι μονάδα ενέργειας, το ποσό της ενέργειας που απελευθερώνεται από την καύση ενός τόνου αργού πετρελαίου, περίπου 42 GJ.) πρωτογενής ενέργεια. Αυτό συνεπάγεται ότι τα κτήρια που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες, θα έχουν 60% λιγότερη κατανάλωση σε σύγκριση με αυτές που κατασκευάστηκαν πριν το 1970. Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των νέων κτηρίων είτε αυτή αφορά στην κατασκευή τους είτε στη χρήση πιο αποδοτικών συσκευών, θα φανεί μακροπρόθεσμα, τόσο περιβαλλοντικά όσο και υπό οικονομικούς όρους. Απαιτείται αρκετός χρόνος για να αποτιμηθεί με οικονομικές μεταβλητές, η στρατηγική αυτή επιλογή και ακόμα πιο πολύς για να μετρηθεί το αποτέλεσμα και στο περιβάλλον (Λεβέντη 2012). Το όλο μέτρο, καθίσταται ακόμα πιο χρονοβόρο ως προς την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, καθώς πρέπει να εφαρμοστεί και στο υφιστάμενο κτηριακό απόθεμα.

2.1.3 Οι Κτηριακές Ενεργειακές Καταναλώσεις στην Ελλάδα

Όσον αφορά το είδος της χρήσης, ο κτηριακός τομέας κατηγοριοποιείται σε κτήρια κατοικιών και κτήρια χρήσεων τριτογενούς τομέα. Σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ., στην Ελλάδα κτήρια οικιακής χρήσεως είναι το 77% του συνόλου, ενώ το υπόλοιπο 23% αποτελείται από κτήρια τριτογενούς τομέα. Επίσης, αυτά του τριτογενή τομέα κατανέμονται αναλόγως την χρήση τους σε 2.7% ως γραφεία και εμπορικά, 0.46% σε σχολεία, 0.82% ως ξενοδοχεία, 0.06% τα νοσοκομεία και 19% για άλλες χρήσεις (αεροδρόμια, γυμναστήρια κ.α. Η ηλικία της πλειονότητας των κτηρίων στην Ελλάδα έχει κατασκευασθεί πριν το 1979, δηλαδή πριν από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ) και έτσι εξηγούνται οι αυξημένες καταναλώσεις τους. Για τον παραπάνω λόγο, η ανάγκη για άμεση ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική είναι πλέον επιτακτική. Στο πλαίσιο αυτής της πολιτικής, το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, παράλληλα με τους κανόνες που έχει θεσπίσει για τις νέες κατασκευές, πρέπει να εφαρμόσει προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης των υφιστάμενων κτηρίων. Η εφαρμογή απλών και οικονομικά ανεκτών τακτικών ενεργειακής αναβάθμισης, στο υφιστάμενο κτηριακό απόθεμα, είναι υλοποιήσιμη και εντός δυνατοτήτων. Αυτή, λόγω του προαναφερθέντος μεγάλου αριθμού τέτοιου είδους κατασκευών, συνεπάγεται και εξοικονόμηση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος.



Γράφημα 2.1 Χρονολογία Κατασκευής και Αριθμός Κτηρίων στην Ελλάδα. (πηγή:ΕΑΑ)

2.2 Συνοπτική Ανάλυση της Εξέλιξης της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας

Πρωτοπόρος σε θέματα περιβαλλοντικής ευαισθησίας και αντιλαμβανόμενη το επερχόμενο περιβαλλοντικό και οικονομικό πρόβλημα που θα αντιμετώπιζε η υφήλιος, το 2000, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκδίδει την Πράσινη Βίβλο, στην οποία αναλύεται η πολιτική που θα οδηγήσει την Ευρώπη σε ένα ρεαλιστικότερο ενεργειακό σκαλί. Η Ευρώπη στρέφει το ενδιαφέρον της στην παρέμβαση στην ενέργεια που απαιτείται από τους καταναλωτές, και όχι στην επικερδέστερη προσφορά παραγωγής αυτής, όπως συνέβαινε έως τότε. Πολύ πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος μείωσης εκπομπών, η Ένωση αποφάσισε εφαρμογή της εμπορίας εκπομπών και έτσι ενσωμάτωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από τις Οδηγίες 2003/87/ΕΚ και 2004/101/ΕΚ. Έτσι η Ε.Ε. παρουσιάζει μείωση των συνολικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από το 1990 έως το 2005, η οποία ήταν της τάξης του 4.3% και κυρίως οφείλεται στην εντυπωσιακή μείωση των εκπομπών των δύο μεγάλων ρυπαντών της Ευρώπης : της Γερμανίας (-21.3%) και του Ηνωμένου Βασιλείου (-7.4%). Δυστυχώς την ίδια περίοδο η εικόνα των ελληνικών εκπομπών δεν ακολουθεί της αντίστοιχη της Ε.Ε. αλλά παρουσιάζει αύξηση κατά 27.5%.

Ακολουθεί, η θέσπιση της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοσή των κτηρίων, η οποία ήταν υποχρεωτικό να τεθεί σε εφαρμογή από τα κράτη-μέλη μέχρι τον Ιανουάριο του 2006. Η οδηγία αφορά κυρίως στον τομέα της κατοικίας και στον τριτογενή τομέα (γραφεία, δημόσια κτήρια κλπ.). Παρόλα αυτά υπάρχουν κτήρια που εξαιρούνται από τη διάταξη, όπως ιστορικά, ορισμένα βιομηχανικά κτήρια κ.λπ. Οι βασικές αρχές της οδηγίας είναι οι εξής:

- Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων

- Ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα κτήρια καθώς και υφιστάμενα (>1000 τ.μ.) όταν αυτά υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση (>25%)

16

- Συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτήρια και, σε δημόσια κτήρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών

- Επιθεώρηση λεβήτων:

- Ετήσια για 20-100kW

- Κάθε διετία >100kW

- Κάθε τετραετία για λέβητες φυσικού αερίου
- Γενική επιθεώρηση εγκατάστασης και συστάσεις για μετατροπή ή αντικατάσταση σε λέβητες άνω των 15ετών
- Επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού (ετήσια για ισχύ>12kW)

Παράλληλα με την έκδοση της οδηγίας 2002/91/EK και σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) ακολουθεί από μέρος της Ε.Ε. η δημιουργία 31 τεχνικών προτύπων για τις ενεργειακές επιδόσεις των κτηρίων. Εν συνεχεία το Μάρτιο του 2007, εκδίδεται η πρώτη έκθεση για την εφαρμογή της Οδηγίας στην Ευρώπη και στην οποία αναφέρεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των μελών της Ε.Ε. την εφάρμοσε επιτυχώς και μέσα στα χρονικά περιθώρια. Επίσης η ενεργειακή πιστοποίηση νέων και υφιστάμενων κτηρίων προγραμματίζεται στις περισσότερες χώρες για την περίοδο 2008-2009. Ανακόλουθα η Ελλάδα, δήλωσε αδυναμία ενσωμάτωσης της νωρίτερα από το τέλος του 2007, με ρεαλιστικό στόχο το 2009. Στις 27/7/2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στράφηκε δικαστικώς εναντίον της Ελλάδας, της Πολωνίας και της Εσθονίας, για μη κοινοποίηση των μέτρων εφαρμογής της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων που εκδόθηκε το 2002. Έτσι, για την μη εφαρμογή της οδηγίας, η Ελλάδα, η Εσθονία και η Πολωνία έχασαν την δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας με ευνοϊκούς όρους.

2.3 Η Ελληνική Νομοθετική Πρόοδος

Η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με τον νόμο - πλαίσιο Ν40/75 "Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας". Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην Ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούσε να την επικαλεστεί. Από τη στιγμή εκείνη και μετά θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών στη διάρκεια των ετών που είχε κοινή κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας. Ήταν η πρώτη προσπάθεια εναρμόνισης της Ελληνικής νομοθεσίας με την Κοινοτική (Λεβέντη 2012).

Οι χρονολογίες ορόσημα για την Ελληνική νομοθετική σύγκλιση, είναι οι παρακάτω :

- 1975 – Ν.40/75 (Νόμος –Πλαίσιο) περί «Λήψης Μέτρων για την Εξοικονόμηση Ενέργειας»
- 1979 – «Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)

- 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ2000)
- 1985 – Άρθρο 6 Ν.1512/85 για «Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας»
- Νόμος 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος
- 1989 – Υ.Α 3046/304 «Κτηριοδομικός Κανονισμός»
- 1992 – Ν. 2052/92 περί «Μέτρων για την Καταπολέμηση του αστικού νέφους».
- 1993 – Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (SAVE) για «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης»
- 1995- Σχεδίου Δράσης "Ενέργεια 2001" του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- 1995- Κανονισμού Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης
- 1998 – Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ-ΦΕΚ 880B /19-8-98)για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων» - ΑΡΘΡΟ 4: Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.
- 1999 – ΥΑ 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»
- 2001 – Στρατηγική Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτήρια: Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 2001 – Ν. 2831/00 – Τροποποίηση του Γ.Ο.Κ. (Ν.1577/85) – ΕΞΕ/ΑΠΕ
- 2002 – Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων»
- 2005 – 2006 Επιτροπή εμπειρογνομόνων ΥΠΑΝ (Απόρριψη σχεδίου Κ.Ο.Χ.Ε.Ε (Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας) και αντικατάσταση με ΚΕΝΑΚ, Σχέδιο Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών)

Ένα σημαντικό βήμα για την εξοικονόμηση ενέργειας αποτέλεσε το Σχέδιο Δράσης "Ενέργεια 2001" για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Οικιστικό Τομέα (1995). Προκειμένου να εναρμονιστεί η Ελληνική Νομοθεσία με την οδηγία 2002/91/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να ακολουθήσει τον έννομο δρόμο των υπόλοιπων κρατών μελών, θεσπίστηκε ο νόμος Ν.3661 που προβλέπει μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων. Η Ελλάδα έπρεπε να είχε μεταφέρει την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων στην νομοθεσία της πριν της 4/1/2006. Ωστόσο, ζήτησε

παράταση 36 μηνών για την εφαρμογή της, μέχρι τη 4/1/2009 (Λεβέντη, 2012).

Το Υπουργείο Ανάπτυξης μαζί με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) είχαν ολοκληρώσει από το 2002 τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για τα κτήρια, ο οποίος αποτελούσε ένα κύριο βήμα για την εναρμόνιση της χώρας στην ευρωπαϊκή νομοθεσία. Μέσα από όλα αυτά τα βήματα και τις καθυστερήσεις φθάνουμε στην χρονολογία ορόσημο, 19 Μαΐου του 2008 όπου κατατέθηκε στην Ελληνική Βουλή ο Νόμος 3661/08 ΚΕΝΑΚ και το θεσμικό πλαίσιο Σχέδιο Νόμου (Ν. 3661/2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων».

Ο νόμος συνοπτικά προέβλεπε :

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτήρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ., στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτηρίου.
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτήρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 τ.μ. με ισχύ δέκα ετών.
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτήρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ.
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτηρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης.

Με την εφαρμογή του Ν.3661, η μελέτη Θερμομόνωσης αντικαταστάθηκε πλέον από την μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων η οποία ενσωματώνει τον ενεργειακό σχεδιασμό του κτηριακού κελύφους και την την εγκατάσταση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις (Λεβέντη, 2012).

Το σημαντικότερο βήμα όμως που περιλαμβάνει ο ΚΕΝΑΚ, είναι η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών των κτηρίων σε θέρμανση/ψύξη, τις ενεργειακές ανάγκες τους σε ζεστό νερό χρήσης,

την ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης, το δυναμικό φυσικού φωτισμού καθώς και τη συγκέντρωση φωτιστικής ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Ταυτόχρονα, καθορίζονται οι ελάχιστες αποδεκτές ενεργειακές απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και φωτισμού (κυρίως κτηρίων τριτογενούς τομέα), ενώ δεν παραλείπονται οι προδιαγραφές για τη θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους. Τέλος, χωρίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων σε κατηγορίες, καθίσταται απαραίτητη η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης για την κατάταξη στις κατηγορίες και προδιαγράφονται η μορφή και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, το οποίο τακτικά πρέπει να επικαιροποιείται. Στην ενεργειακή επιθεώρηση επιπλέον υποδεικνύονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το υπό μελέτη κτήριο και καθορίζονται οι βασικές αρχές και τα περιεχόμενά της (Ν. 3661/2008).

2.4 Περιβαλλοντική Πολιτική ΥΠΕΘΑ

Στο πλαίσιο της εξέλιξης και προόδου της προαναφερθείσας Εθνικής νομοθεσίας, η οποία εναρμονίστηκε με την Ευρωπαϊκή, το ΥΠΕΘΑ, δεσμευόμενο τόσο σε αυτές όσο και στους συμμαχικούς Οργανισμούς των οποίων είναι μέλος, σχεδίασε την Περιβαλλοντική του Πολιτική, η υλοποίηση και εφαρμογή της οποίας στηρίζεται σε πέντε βασικούς πυλώνες :

- Εναρμόνιση με την κοινοτική / εθνική νομοθεσία και τις συμμαχικές συμφωνίες.
- Ορθολογιστική διαχείριση φυσικών πόρων και ενέργειας.
- Αποφυγή στη δημιουργία ρύπανσης.
- Διαρκής βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης.
- Καθολική συμμετοχή του προσωπικού στην εφαρμογή και εκπαίδευση

«Αντικειμενικός σκοπός της Περιβαλλοντικής Πολιτικής του ΥΠΕΘΑ είναι η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όλων των δραστηριοτήτων των ΕΔ και η εφαρμογή των αρχών της αειφόρου (βιώσιμης) ανάπτυξης. Για το ΥΠΕΘΑ, η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί παράγοντα ο οποίος πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν σε όλες τις φάσεις σχεδιασμού και υλοποίησης των έργων και των δραστηριοτήτων των ΕΔ. Εν τούτοις, σε περίπτωση όπου υφίσταται σύγκρουση μεταξύ τυχόν επιχειρησιακών απαιτήσεων και περιβαλλοντικών αρχών, οι επιχειρησιακές απαιτήσεις τίθενται σε

απόλυτη προτεραιότητα. Ακόμα όμως και στην περίπτωση αυτή, οι ΕΔ θα πρέπει να καταβάλουν κάθε δυνατή προσπάθεια για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Έτσι το ΥΠΕΘΑ έχει αναπτύξει ολοκληρωμένο Στρατηγικό Σχεδιασμό στους Τομείς Περιβάλλοντος και Ενέργειας, ο οποίος έχει εγκριθεί (Ιανουάριος 2013) από την Πολιτική Ηγεσία. Ο υπ' όψιν Στρατηγικός Σχεδιασμός περιλαμβάνει Δείκτες Αποτελεσματικότητας και Αποδοτικότητας και εμπεριέχει την προοπτική υλοποίησης ευρέως φάσματος δράσεων, ενσωματώνοντας τις σύγχρονες διεθνείς τάσεις και καινοτομίες στη βάση μιας ολιστικής προσέγγισης για περιβαλλοντική ασφάλεια, βιώσιμη ενέργεια, και εκτίμηση κύκλου ζωής. Στον εγκεκριμένο «Στρατηγικό Σχεδιασμό ΥΠΕΘΑ στον Τομέα Περιβάλλοντος», έχουν ενσωματωθεί οι Επιχειρησιακοί Στόχοι (ΕΣ) που αφορούν σε:

- Ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών Μονάδων ΕΔ.
- Διαχείριση / εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικών πόρων.
- Αναβάθμιση της περιβαλλοντικής συνείδησης και περιβαλλοντική εκπαίδευση / επιμόρφωση του προσωπικού των ΕΔ.
- Εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σε Μονάδες των ΕΔ.»

(πηγή : «Οδεύοντας προς την Βιωσιμότητα» των ΕΔ, 2015 ΓΔΟΣΥ/ΔΙΣΤΥ/Τμήμα Υποδομής)

«Οι ΕΔ των Κρατών - Μελών της ΕΕ, λόγω μεγέθους και αποστολής, θα πρέπει να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη πρωτοβουλιών και τεχνολογιών για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης με παράλληλη ορθολογική χρήση και περιορισμό της κατανάλωσης φυσικών πόρων, καθώς και για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πάσης φύσεως δραστηριοτήτων τους με ιδιαίτερη εστίαση στη μείωση της εκπομπής αερίων θερμοκηπίου. Τα υπόψη θέματα έχουν τεθεί σε επίπεδο γενικού σχεδίου (concept) στο «Military Concept on Environmental Protection and Energy Efficiency for EU- led Military Operations" με ειδική αναφορά στον κύκλο ζωής τόσο του αμυντικού εξοπλισμού όσο και των επιχειρήσεων.



Εικόνα 2.1 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού και αιολικού συστήματος σε Φυλάκιο του Ε.Σ. το 2012, στην μικρονησίδα Καλόλιμνο.

Η προσαρμογή των ΕΔ στα νέα δεδομένα θα πρέπει να γίνει ομαλά και με τρόπο ο οποίος δεν θα επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στις επιχειρησιακές απαιτήσεις και δυνατότητες αυτών, με δεδομένη και την παγκόσμια οικονομική κατάσταση. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να παρέχεται επαρκής χρόνος για εναρμόνιση ή ακόμα και κοινή αποδοχή εξαιρέσεων από το αντίστοιχο ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο περιβαλλοντικής προστασίας. Το ΥΠΕΘΑ έχει αναγνωρίσει έγκαιρα τη σημασία της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού και ενεργειακού αποτυπώματος των ΕΔ, τα οποία αποτελούν υψηλή προτεραιότητα. Στο πλαίσιο αυτό έχει αναπτύξει σειρά σχετικών στοχευμένων δράσεων, μερικές εκ των οποίων καθίστανται πιλοτικές και πρωτοποριακές. Οι ΕΔ, ως φορέας εθνικής άμυνας και εξωτερικής ασφάλειας, έχουν ως αποστολή να προασπίζονται την εδαφική ακεραιότητα της χώρας και τα εθνικά της συμφέροντα. Παράλληλα, αναπτύσσουν και κοινωνική δραστηριότητα, η οποία εκφράζεται τόσο με δράσεις προστασίας του Περιβάλλοντος, όσο και με δράσεις υποστήριξης του κοινωνικού συνόλου. Στο πλαίσιο αυτό, οι ΕΔ εκπαιδεύονται και επιχειρούν λαμβάνοντας πάντοτε υπ' όψιν τη διαφύλαξη των φυσικών πόρων της χώρας και την αποφυγή της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Σε αυτές τις παραμέτρους προστίθεται ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια η ορθή

ενεργειακή διαχείριση και η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).» (πηγή : greenarmedforces@mod.mil.gr.)

Κατόπιν των παραπάνω οι ελληνικές ΕΔ, ενσωματώνουν τα νεώτερα θεσμικά κείμενα που διέπουν την στρατιωτική περιβαλλοντική και ενεργειακή πολιτική σε διεθνές επίπεδο. Χαρακτηριστικά, παρατίθενται τα παρακάτω :

- Σε επίπεδο Ευρωπαϊκού Οργανισμού Άμυνας (ΕΟΑ, European Defence Agency-EDA), αναφέρονται τα υπό διαμόρφωση (Ιούνιος 13) "Vision and Strategy" (Όραμα και Στρατηγική) της πρωτοβουλίας του "Military Green", σύμφωνα με τα οποία: "Military Green will act as a European driver for effective and sustainable defence and crisis management, through proactively increasing energy and environmental responsibility".
- Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), αναφέρεται το "EU Military Concept on Environmental Protection and Energy Efficiency during EU-led Operations" (Γενικό Σχέδιο επί θεμάτων Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε στρατιωτικές επιχειρήσεις υπό την καθοδήγηση της ΕΕ).
- Σε επίπεδο Βορειοατλαντικής Συμμαχίας (NATO), αναφέρεται το "MC 469 – NATO Military Principles and Policies for Environmental Protection" (Πολιτική και Αρχές NATO επί θεμάτων Περιβάλλοντος).
- Επίσης, ενδεικτικά παρατίθενται ορισμένες Συμφωνίες Τυποποίησης (Standardization Agreements, STANAG's), οι οποίες έχουν εκδοθεί από το NATO και απευθύνονται στα Κράτη-Μέλη του:
- STANAG 7141 - Joint NATO Doctrine For Environmental Protection During NATO Led Military Activities [Εκδόθηκε με custodianship (επιμελητεία) της Ελλάδας].
- STANAG 2583 - Environmental Management Systems in NATO Operations
- STANAG 2582 - Best Environmental Protection Practices for Military Compounds in NATO Operations
- STANAG 2581 - Environmental Protection Standards & Norms for Military Compounds in NATO Operations

2.5 Το Πρόγραμμα LIFE στις Ένοπλες Δυνάμεις

Αξιοποιώντας το χρηματοδοτικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης LIFE, το ΥΠΕΘΑ υλοποιεί το πρόγραμμα LIFE11

ENV/GR/938 "Military Energy and Carbon Management - MECM", το οποίο αφορά στην ανάπτυξη και εφαρμογή Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης (ΣΕΔ), σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 50001:2011 (Energy Management) σε τρεις (3) Μονάδες, από μία (1) για κάθε Κλάδο των ΕΔ. Συγκεκριμένα, αφορά στο Στρατόπεδο «Τριανταφυλλίδη» στην Ξάνθη, στο Ναύσταθμο Κρήτης και στην 110 Πτέρυγα Μάχης, στην Λάρισα. (πηγή : www.life.mil.gr)



Εικόνα 2.2 Στρδο «Υπιάτρου Κωνσταντίνου Τριανταφυλλίδη» (25η ΤΘΤ) στην Ξάνθη

Η εφαρμογή του εν λόγω προγράμματος, αφορά σε ενεργειακές παρεμβάσεις στις εγκαταστάσεις των Στρατοπέδων αυτών και στην εφαρμογή σε αυτά του προτύπου ενεργειακής διαχείρισης ISO 50001.



Εικόνα 2.3 Στρδο «Υπιάτρου Κωνσταντίνου Τριανταφυλλίδη» (25^η ΤΘΤ) στην Ξάνθη [αυτόνομα συστήματα εξωτερικού φωτισμού (αρ), επιμόρφωση στελεχών (δε)]

Το έργο, το οποίο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (DG Environment), έχει τίτλο "Military Energy and Carbon Management" (MECM) και αφορά:

- Στην ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας (ΣΔΕ) σε τρία Στρατόπεδα των Ενόπλων Δυνάμεων (ΕΔ), σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο EN ISO 50001:2011.
- Στην υλοποίηση τεχνικών πιλοτικών έργων - παρεμβάσεων σε επιλεγμένες εγκαταστάσεις των υπόψη Στρατοπέδων, με σκοπό την ενεργειακή τους βελτίωση / απόδοση.

Για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων, στο έργο, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνονται, η ανάπτυξη πολιτικής για την ενέργεια στις ΕΔ, η αλληλεπίδραση αυτού με αντίστοιχα συγχρηματοδοτούμενα προγράμματα και η κατάρτιση σχεδίου επέκτασης του εντός των ιδίων Στρατοπέδων, καθώς και σε λοιπές εγκαταστάσεις των ΕΔ.



Εικόνα 2.4 110 Πτέρυγα Μάχης (ΠΜ) στην Λάρισα [τοποθέτηση Φ/Β στοιχείων (αρ), θερμομόνωση εξ. τοιχοποιίας (δε)]

Οι παραπάνω δράσεις ελεγκτήθηκαν στο Στρατόπεδο «Ανθλγου Θεόδωρου Κανδυλάπτη», στην Αλεξανδρούπολη, το οποίο τον Αύγουστο του 2018, επιθεωρήθηκε από ιδιωτικό φορέα πιστοποίησης και έλαβε πιστοποίηση κατά ISO 50001:2011. Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας που υλοποιείται πλέον σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 50001/2011, περιλαμβάνει :

- Την καταγραφή ενεργειακών καταναλώσεων του στρατοπέδου και καταγραφή προτάσεων για την μείωση τους.

- Την εκπαίδευση του προσωπικού του Στρατού Ξηράς στις διαδικασίες ΣΔΕ.



Εικόνα 2.5 Πιστοποίηση ΣΔΕ από Διεθνή Φορέα Πιστοποιήσεων Στρδου «Ανθλγου Κανδυλάπτη Θεόδωρου» στην Αλεξανδρούπολη

Παρατηρούμε έτσι ότι το ΥΠΕΘΑ έχει αντιληφθεί τις ευθύνες και τις υποχρεώσεις του απέναντι στον άνθρωπο, στην κοινωνία, στο περιβάλλον και την αειφόρο διαχείριση των ενεργειακών πόρων, έχει αναλάβει δράσεις και συνεχίζει τις προσπάθειες, που αποσκοπούν στην μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος και στην ενεργειακή αναβάθμιση των μονάδων του. Προτεραιότητα βέβαια και κέντρο βάρους παραμένουν οι επιχειρησιακές απαιτήσεις και οι καθημερινή, αδιάλειπτη λειτουργία. Λαμβάνοντας υπόψη το προαναφερθέν και δεδομένης της δεινότητας των καιρών αντιλαμβάνεται κανείς εύκολα ότι τα βήματα που μπορούν να γίνουν είναι δειλά και περιορισμένα.

Ακόμα και έτσι όμως να αντιμετωπίσει κάποιος το ζήτημα, δηλαδή με καθαρά οικονομικούς και όχι περιβαλλοντικούς όρους, μπορεί να οδηγηθεί στην διαπίστωση πως η λήψη μέτρων και ενεργειών μείωσης των λειτουργικών εξόδων, οδηγεί στην καλύτερη αντιμετώπιση των τρεχουσών δαπανών και έτσι στην αύξηση της επιχειρησιακής ικανότητας των Ενόπλων Δυνάμεων, μέσω της διοχέτευσης των πόρων πλέον εκεί. Παλαιές και ενεργειακά ενεργοβόρες εγκαταστάσεις ισοδυναμεί με υψηλό κόστος χρήσης και ακόμα πιο υψηλό κόστος συντήρησης και αποκατάστασης των βλαβών. Ποσά, που μεμονωμένα φαίνονται αμελητέα, αθροιστικά όμως και σε βάθος χρόνου ξεπερνούν κατά πολύ αυτά που απαιτούνται για την ενεργειακή τους αναβάθμιση.

Παράλληλα η εξοικονόμηση των χρημάτων που θα εξασφαλιστεί από τέτοιες επεμβάσεις μπορεί στο μέλλον να οδηγηθεί σε δράσεις και προμήθειες υλικών και μέσων που θα έχουν ως αποκλειστικό σκοπό την αύξηση της επιχειρησιακής ικανότητας του ΥΠΕΘΑ. Δεν είναι άλλωστε τυχαία η διαχρονική εμμονή των εξωτερικών δανειστών του κράτους, με την επιλογή ως βασική προϋπόθεση της μείωσης των λειτουργικών εξόδων του Δημοσίου.

Το παραπάνω, έρχεται να εφαρμόσει η παρούσα μελέτη εξετάζοντας το εύρος των επεμβάσεων που απαιτούνται για την ενεργειακή αναβάθμιση ενός στρατοπέδου, υπό το πρίσμα τόσο οικονομικών όσο και περιβαλλοντικών όρων, κάτω από το αυστηρά οριοθετημένο πλαίσιο της νομοθεσίας και λαμβάνοντας υπόψη των περιορισμένων δυνατοτήτων εξεύρεσης πόρων λόγω της τρέχουσας οικονομικής στενότητας.

Κεφάλαιο 3. Αντικείμενο και Σκοπός της Μελέτης, Υφιστάμενη Κατάσταση

3.1 Αντικείμενο της Μελέτης

Αντικείμενο της μελέτης είναι η βελτιστοποίηση των ενεργειακών συστημάτων των στρατιωτικών εγκαταστάσεων σε μία ορεινή περιοχή, όπως η Ήπειρος, προς όφελος τόσο της Στρατιωτικής Υπηρεσίας και της τοπικής κοινωνίας, στην οποία αυτές είναι χωροθετημένες και αλληλεπιδρούν, όσο και της ευρύτερης κοινωνίας, η οποία είναι ο μεγαλύτερος αποδέκτης αποτελεσματικής ή μη, αξιοποίησης των πόρων και δυνατοτήτων, προς εξασφάλιση θετικού πρόσημου υπέρ αυτής.

3.1.1 Υφιστάμενη Κατάσταση Στρατιωτικών Εγκαταστάσεων-Δυνατότητες

Δυστυχώς, παρά την σχετική κινητικότητα του παρελθόντος, δεν κατέστη ακόμα εφικτό να κατασκευάσουμε νέα ή να αναβαθμίσουμε τα παλαιότερα δημόσια κτήρια στην Ελλάδα, καθιστώντας τα ενεργειακά σύγχρονα και αναβαθμισμένα. Η πλειονότητα των εγκαταστάσεων παραμένει μεγάλης ηλικίας, με υψηλές ενεργειακές ανάγκες και καταναλώσεις και τα κτήρια θεωρούνται ενεργοβόρα. Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, διαθέτοντας εγκαταστάσεις σχεδόν σε όλη την Ελληνική επικράτεια και παρά τις αξιόλογες προσπάθειες, δεν έχει κατορθώσει να ξεφύγει από την προαναφερθείσα δυσμενή κατάσταση. Σε πολύ μεγάλο ποσοστό διαχειρίζεται παλαιές εγκαταστάσεις, μειωμένης ενεργειακής απόδοσης, με υψηλό κόστος χρήσης και περιβαλλοντική επιβάρυνση. Επιτακτική είναι πλέον η μείωση αυτών, παράλληλα με την συμμόρφωση τη χώρας στις κοινοτικές οδηγίες αλλά και εναρμόνισης με του κανονισμούς των διαφόρων οργανισμών στους οποίους είναι μέλος και αφορούν στα δημόσια κτήρια και στην μείωση των λειτουργικών δαπανών.

Η δυσχερής για την χώρα οικονομική συγκυρία, λόγω της οικονομικής στενότητας στην εξασφάλιση πόρων και κονδυλίων και της απόλυτης ιεράρχησης των δαπανών και των αναγκών, δεν αφήνει μεγάλα περιθώρια προόδου στο εν λόγω θέμα. Η οικονομική κρίση μετά από μία δεκαετία παρουσίας στην ζωή και στην κοινωνία του τόπου, έχει αλλάξει προτεραιότητες, έχει προσαρμόσει τις ανάγκες και τα όνειρα και έχει επηρεάσει τον τρόπο σκέψης. Αυτό που δεν πρέπει

όμως όλοι ως άτομα, ως κοινωνία και ως σύνολο να επιτρέψουμε, είναι να ριζώσει στον τρόπο σκέψης και στην στάση ζωής μας. Να της παραχωρήσουμε τον ζωτικό χώρο που απαιτείται για να μετατραπεί από κατάρα σε δικαιολογία και αναχρονιστική αντίληψη, οι οποία θα υποσκάπτει οποιαδήποτε προσπάθεια καταπολέμησης της και εξόδου από αυτή.

Η Ελλάδα μπορεί, πρέπει και είναι δυνατόν να πάει ένα βήμα παρακάτω, μέσα από τους περιορισμούς των καιρών, διδασκόμενη και όχι επαναλαμβάνοντας τα λάθη του παρελθόντος, εάν επιδιώκει να εξασφαλίσει ένα καλύτερο μέλλον για τις επόμενες γενιές και όχι να τους κληρονομήσει τις σημερινές παθογένειες, με στοχευμένες και καλά σχεδιασμένες κινήσεις, αξιοποιώντας κάθε διαθέσιμο πόρο και εφαρμόζοντας όλες τι αρχές της οικονομίας, χωρίς σπατάλες και αποσπασματική διασπάθιση πόρων.

3.1.2 Περιβαλλοντική Οικονομία

Απόλυτη εφαρμογή των παραπάνω αποτελεί η οικονομία του περιβάλλοντος, η οποία ως κλάδος των οικονομικών, έχει διατρέξει μια παράλληλη πορεία με τη γενικότερη οικονομική θεωρία τουλάχιστον από τον 18ο αιώνα. Όλοι οι μεγάλοι κλασικοί οικονομολόγοι έχουν εκφράσει, άμεσα ή έμμεσα, απόψεις που διαμόρφωσαν σταδιακά την οικονομία του περιβάλλοντος ως αυτοτελή επιστημονικό κλάδο (Καλιαμπάκος 2004). Περιβαλλοντική οικονομία είναι, λοιπόν, ο επιστημονικός κλάδος, αντικείμενο του οποίου αποτελεί η μελέτη περιβαλλοντικών προβλημάτων, υπό το πρίσμα και τις αναλυτικές τεχνικές της οικονομίας (Field 1994).

Όπως έχει ήδη παρουσιαστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι κατασκευές απαιτούν και δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας, γεγονός που προσμετράται στα νέα κτίρια και στις αλλαγές στα ήδη υπάρχοντα. Δεν είναι όμως δυνατόν, να γίνεται λόγος για βιοκλιματική αρχιτεκτονική σε νέες κατασκευές και να μην υπολογίζεται αυτό στα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας στα ενεργοβόρα κτίρια του παρελθόντος, τα οποία αποτελούν και την συντριπτική πλειοψηφία. Η ποσοτικοποίηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, η κοστολόγηση της χρήσης και της λειτουργίας και η μετατροπή των αποτελεσμάτων χρήσης σε αριθμούς, είναι το αντικείμενο της περιβαλλοντικής οικονομίας, η χρησιμότητα των εφαρμογών της οποίας θα αναλυθεί στα επόμενα κεφάλαια.

3.1.3 Σκοπός της Μελέτης

Σκοπός της εργασίας, επομένως, είναι η αξιολόγηση τυχόν οικονομικού, περιβαλλοντικού, κοινωνικού και γεωπολιτικού οφέλους από την ενεργειακή αναβάθμιση μίας τυπικής μονάδας (ενός μοντέλου στρατοπέδου) στην περιοχή της Ηλείου, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες της περιοχής, με στοχευμένες ενέργειες εξαιτίας της στενότητας εξασφάλισης πόρων, λόγω της δυσχερούς οικονομικής συγκυρίας που διανύουμε. Προκειμένου αυτή η αξιολόγηση να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική, το μοντέλο προσομοίωσης στρατοπέδου που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της μελέτης, επιδιώχθηκε να συγκεντρώνει τα μέσα χαρακτηριστικά των στρατιωτικών εγκαταστάσεων της περιοχής, πάντα στο πλαίσιο των περιορισμών της πολιτικής ασφάλειας των εγκαταστάσεων και των πληροφοριών των Ενόπλων Δυνάμεων.

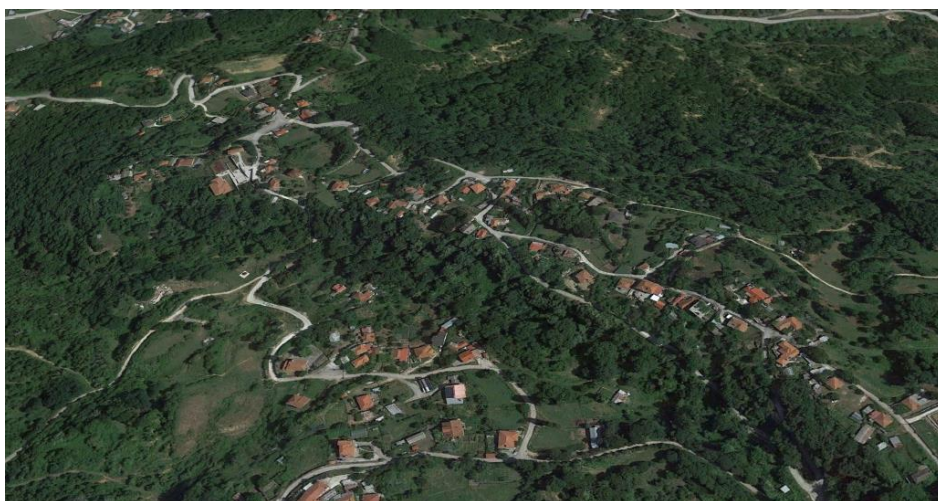
3.2 Μοντέλο Στρατοπέδου

Για την εκπόνηση της εν λόγω εργασίας και λόγω του ότι όλες οι εγκαταστάσεις του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας εμπίπτουν στην κατηγορία ασφάλειας του απορρήτου, επιλέχθηκε η δημιουργία για βάση της μελέτης, ενός «φανταστικού» στρατοπέδου ως μοντέλο. Το μοντέλο αυτό επιλέχθηκε να τοποθετηθεί στο Ν. Ιωαννίνων, καθώς αποτελεί έναν Νομό με διαχρονικά έντονη στρατιωτική παρουσία αφού σε αρκετές τοποθεσίες και σε όλη του την έκταση, διαθέτει πληθώρα στρατιωτικών εγκαταστάσεων. Επίσης, ανταποδοτικά προς το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβάλλον και Ανάπτυξη στις Ορεινές Περιοχές», επιχειρείται η μερική επιστροφή του χρέους μου, στον τόπο όπου μου προσέφερε τα εφόδια και την δυνατότητα να συγγράφω την παρούσα εργασία, στην Ήπειρο και συγκεκριμένα στο Ν. Ιωαννίνων. Το «φανταστικό» αυτό στρατόπεδο εφεξής θα αναφέρετε ως «μοντέλο στρατοπέδου», προς αποφυγή συγχύσεων με το «μοντέλο κτηρίου αναφοράς», που συναντάται παρακάτω.

3.2.1 Χωροθέτηση Στρατοπέδου

Το φανταστικό αυτό μοντέλο, προκειμένου να προσομοιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο στην πραγματικότητα, σχεδιάστηκε και χωροθετήθηκε έτσι, ώστε να διαθέτει τα μέσα χαρακτηριστικά των στρατιωτικών εγκαταστάσεων του Ελλαδικού χώρου και ιδιαίτερα αυτών του Ν. Ιωαννίνων. Στο Ν. Ιωαννίνων,

συναντώνται στρατόπεδα στους Δήμους Ιωαννιτών, Πωγωνίου, Κόνιτσας και Ζίτσας. Η μέση έκταση ενός στρατοπέδου στο Ν. Ιωαννίνων, λόγω της ορεινότητας της περιοχής και της κατ' επέκταση μεγάλης διασποράς, κυμαίνεται στα 10000 τ.μ. και λαμβάνοντας υπόψη τις υφιστάμενες στρατιωτικές εγκαταστάσεις, το μέσο υψόμετρο αυτών κυμαίνεται στα 480 μ. από την επιφάνεια της θάλασσας.



Εικόνα 3.1 Δορυφορική απεικόνιση Δ.Δ Μουζακαίων, Δ. Ιωαννιτών.

Η περιοχή που επιλέχθηκε για την χωροθέτηση του μοντέλου στρατοπέδου, είναι το Δ.Δ. Μουζακαίων του Δ. Ιωαννιτών. Οι Μουζακαίοι είναι ένα Δημοτικό Διαμέρισμα, με 287 κατοίκους, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 15,1 χλμ νοτιοανατολικά των Ιωαννίνων, με μέσο υψόμετρο 490 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας και σε γεωγραφικό πλάτος 39,5716816113 και γεωγραφικό μήκος 20,948167908. Το υψόμετρο, οι κλίσεις και το κλίμα στο Δ.Δ. Μουζακαίων, το κατατάσσουν στην κατηγορία των ορεινών Δημοτικών Διαμερισμάτων, όπως και η πλειονότητα των προαναφερθέντων Δήμων που στα όρια τους περιλαμβάνονται στρατιωτικές εγκαταστάσεις.

3.2.2 Βασικά Χαρακτηριστικά της Περιοχής της Μελέτης, Ορεινότητα και Κλιματικές Συνθήκες Ιωαννίνων

Οι παράγοντες που καθορίζουν εάν μία περιοχή έχει ορεινό χαρακτήρα είναι κατά βάση το υψόμετρο, οι κλίσεις και

υπομετρικές διαφορές και οι κλιματικές συνθήκες. Οι παράγοντες που καθορίζουν τη διαμόρφωση του κλίματος είναι το ανάγλυφο, το υψόμετρο και ο προσανατολισμός, ο κύκλος του νερού, η ανθρώπινη δραστηριότητα, η θαλάσσια κυκλοφορία, η φυτοκάλυψη, η φύση της επιφάνειας και η ηλιακή ακτινοβολία. Το κλίμα αντιπροσωπεύει τη μέση κατάσταση των καιρικών συνθηκών μίας συγκεκριμένης περιοχής σε μία εκτεταμένη χρονική περίοδο (από 30 έτη και πάνω). Οι σημαντικότεροι παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος, είναι το γεωγραφικό πλάτος, από το οποίο εξαρτάται το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται κάποιος τόπος και είναι το πλεόν καθοριστικό μέγεθος και το υψόμετρο, το οποίο όσο αυξάνεται, μειώνεται η πυκνότητα της ατμόσφαιρας και έτσι μειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση, άρα και η ικανότητα του αέρα να απορροφά και να διατηρεί θερμότητα. Συνεπώς, η θερμοκρασία μεταβάλλεται απότομα σε συνάρτηση με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Βάσει των παραπάνω, για την εκπόνηση των μελετών ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, ο ΚΕΝΑΚ διαιρεί την ελληνική επικράτεια, σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Ως βαθμοημέρα ορίζεται το μέγεθος που εκφράζει την αθροιστική θερμοκρασία του περιβάλλοντος, δηλαδή το μέτρο της ποσότητας και τη διάρκειας, που η εξωτερική θερμοκρασία γίνεται μικρότερη ή μεγαλύτερη από ένα καθορισμένο όριο (Matzarakis et al. 2004). Οι βαθμοημέρες θέρμανσης, είναι αποτέλεσμα των απαιτήσεων σε ενέργεια για την εξασφάλιση των συνθηκών άνεσης και είναι άμεσα συνυφασμένες με τις κλιματικές συνθήκες, την ορεινότητα και το γεωγραφικό πλάτος. Στον πίνακα 3.1. προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο σχήμα 3.2. Για κάθε νομό, τα κτίρια σε περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εξετάζονται βάσει των προδιαγραφών της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.

Πίνακας 3.1. Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς (πηγή: TOTEE/KENAK, 2018).

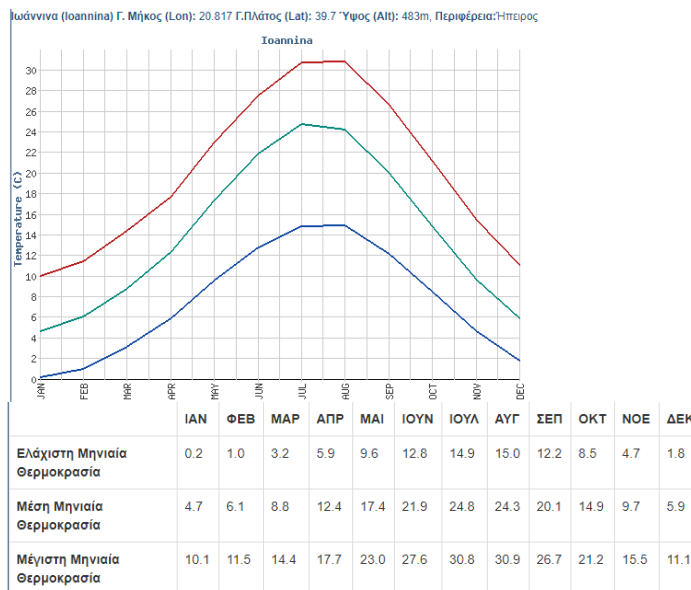
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού

	(Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



Χάρτης 3.1. Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας (πηγή: ΤΟΤΕΕ/ΚΕΝΑΚ, 2018).

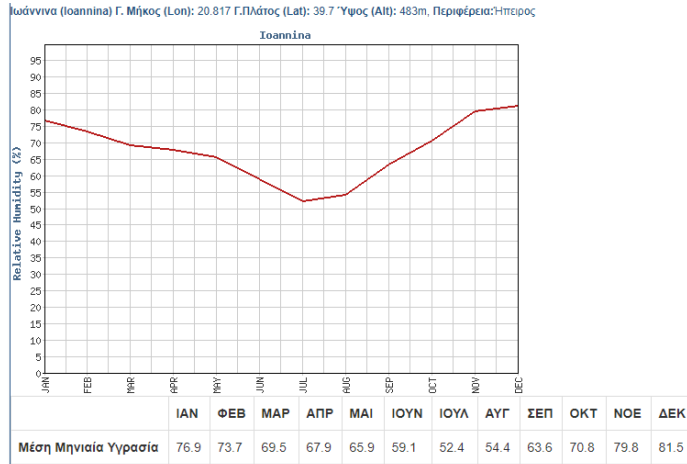
Σύμφωνα με την παραπάνω παραμετροποίηση του ΚΕΝΑΚ και αφού ο Ν. Ιωαννίνων εντάσσεται στη Κλιματική Ζώνη «Γ», το υπό μελέτη, μοντέλο στρατοπέδου, όντας χωροθετημένο σε υψόμετρο 480 μ. από την επιφάνεια τη θάλασσας, θα εξεταστεί βάσει των προδιαγραφών αυτής της Κλιματικής Ζώνης, προσομοιάζοντας έτσι με την μέση στρατιωτική εγκατάσταση στο Νομό.



Διάγραμμα 3.1. Ελάχιστη, μέση και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία Ιωαννίνων (πηγή: Κλιματολογία/ΕΜΥ, 2018).

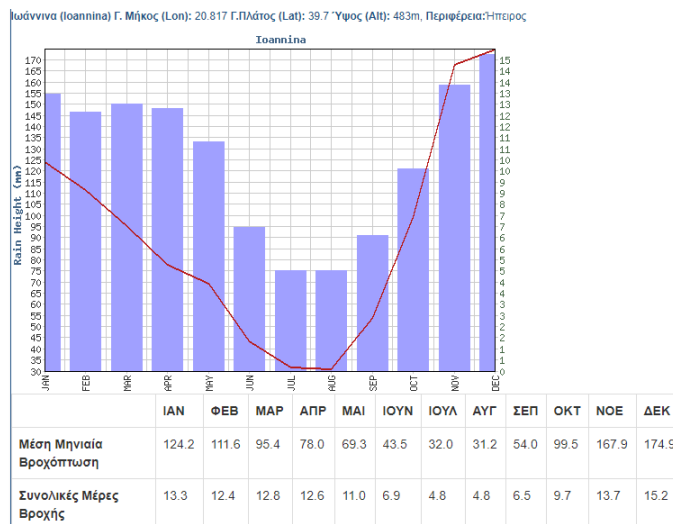
Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούμε στη θέση και στο κλίμα των Ιωαννίνων. Το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων είναι η κυριότερη πεδινή έκταση της Ηπείρου και διαιρεί το νομό, σε δυο ενιαία τμήματα βόρεια και νότια του αλλά και ενώνει μεσευρωπαϊκά και μεσογειακά γεωγραφικά, κλιματικά και οικολογικά στοιχεία, ανάμεσα στα οποία μεγάλη ιδιαιτερότητα παρουσιάζει το κλίμα. Αυτή η ζώνη συνδυάζει το ζεστό και ήπιο μεσογειακό με το βροχερό και δριμύ μεσευρωπαϊκό κλίμα (Σούλης, 1994).

Το κλίμα των Ιωαννίνων είναι ηπειρωτικό, υγρό και τραχύ. Όπως απεικονίζεται και στα παρακάτω διαγράμματα, οι βροχοπτώσεις (διάγραμμα 3.3), είναι ιδιαίτερα έντονες και πλούσιες με πυκνή παρουσία ακόμα και τους θερινούς μήνες (μεγάλες βροχοπτώσεις το χειμώνα και καταιγίδες το καλοκαίρι) και η υγρασία υψηλή (διάγραμμα 3.2).

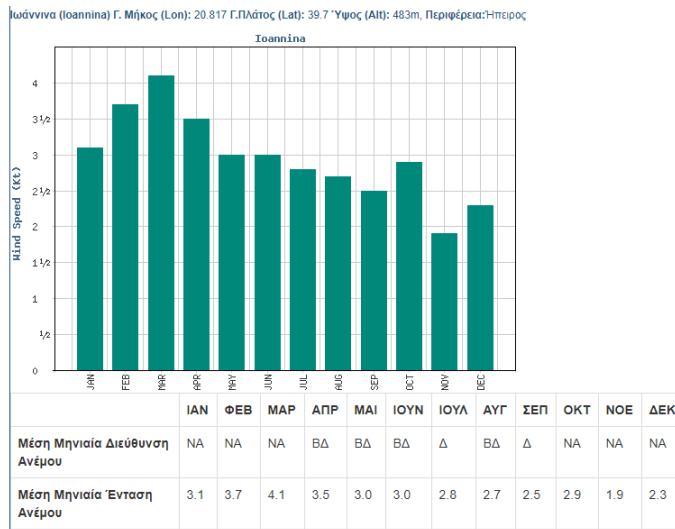


Διάγραμμα 3.2. Μέση μηνιαία υγρασία στα Ιωάννινα (πηγή: Κλιματολογία/ΕΜΥ, 2018).

Η μέση ταχύτητα των ανέμων δεν ξεπερνά τα τέσσερα μποφόρ (διάγραμμα 3.4), λόγω του όχι ιδιαίτερα υψηλού υψομέτρου και του περικλειστού ανάγλυφου στα όρια του Δήμου. Οι χιονοπτώσεις παλαιότερα ήταν έντονες και κάλυπταν το έδαφος αρκετές μέρες, τα τελευταία χρόνια όμως έχουμε μεγαλύτερη ηλιοφάνεια και αρκετά μικρότερη χιονόπτωση και χιονοκάλυψη. Σημαντική τέλος είναι η νέφωση σε όλη την έκταση του Δήμου (Παπάζης, 2012).



Διάγραμμα 3.3. Μέση μηνιαία βροχόπτωση σε σύνολο ημερών βροχής στα Ιωάννινα (πηγή: Κλιματολογία/ΕΜΥ, 2018).



Διάγραμμα 3.4. Μέση μηνιαία διεύθυνση και ένταση ανέμου στα Ιωάννινα (πηγή: Κλιματολογία/ΕΜΥ, 2018).

3.3 Υφιστάμενη Κατάσταση/Τεχνική Έκθεση

Η θέση του αγροτεμαχίου βρίσκεται εντός οικισμού με ΑΤ 73/Κτηματική Περιέρεια Τ.Κ. Μουζακαίων, Δ.Ε. Παμβώτιδος, Δήμου Ιωαννιτών. Οι διαστάσεις και το εμβαδόν υπολογίστηκαν αναλυτικά από τι συντεταγμένες των κορυφών και το διάγραμμα είναι ενταγμένο στο κρατικό σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ 87. Τα όρια του τεμαχίου, είναι τα τελικά όρια, όπως αυτά φαίνονται αναλυτικά στο τοπογραφικό διάγραμμα (εικόνα 3.2) και όπως καθορίζονται από την διανομή του οικισμού Μουζακαίων 1950 σε ΗΑΤΤ και βάσει αυτής, το υπ' αριθμ 207 αγροτεμάχιο έχει εμβαδόν 11670 τμ και η ιδιοκτησία έχει $E = 10744$ τ.μ. Σύμφωνα με την εμβαδομέτρηση, το αγροτεμάχιο διακρίνεται σε δύο τμήματα. Το τμήμα 1 με εμβαδόν $E_1 = 7549,29$ τ.μ. εντός του οικισμού και το τμήμα 2 με εμβαδόν $E_2 = 10744$ τ.μ., εκτός οικισμού. Σύμφωνα με τους ισχύοντες όρους δόμησης το οικόπεδο είναι άρτιο και οικοδομήσιμο. Η έκταση σε όλη της την περίμετρο, είναι σημασμένη και περιφραγμένη με πλέγμα και στη νότια πλευρά της (Α7-Α15) γειτνιάζει με την δημοτική οδό Μουζακαίοι- Κουτσελιό, πλάτους 5 μ., όπου είναι και η κύρια και η δευτερεύουσα είσοδος (Πύλες) στο μοντέλο στρατοπέδου.

ενεργειακής απόδοσης αυτών, διακρίνονται σε κτήρια διοίκησης-γραφείων, κτήρια θαλάμων διαμονής οπλιτών (κτήρια λόγων) και κτήρια εστιατορίων-μαγειρείων. Λοιπές κατηγορίες κτηρίων που συναντούνται σε ένα στρατόπεδο όπως αποθήκες, χώροι στάθμευσης οχημάτων, πρατήρια καυσίμων και κτήρια βιοτεχνικών-εργαστηριακών χρήσεων, εξαιρούνται από το πεδίο εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ, σύμφωνα με την παρ.7 του άρθρου 4 του ν. 4122/2013 και για τον παραπάνω λόγο δεν δύναται να αξιολογηθούν στην παρούσα μελέτη.



Εικόνα 3.3 Τρισδιάστατη Απεικόνιση Μοντέλου Στρατοπέδου.

Η διάκριση των κατηγοριών κτηρίων και των επιμέρους κατηγοριών (χρήσεων), σύμφωνα με τον κτηριοδομικό κανονισμό είναι βάσει του παρακάτω πίνακα (πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους (πηγή: TOTEE/KENAK, 2018).

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικτροφείο και κοτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα απόρων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, νισπιούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Διευκρινίζεται ότι:

- σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτηρίου επιλέγεται μία από τις χρήσεις κτηρίων του πίνακα,

- σε περίπτωση μεικτής χρήσης κτηρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας (π.χ. κτήριο πολυκατοικίας με εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο), οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, τόσο κατά την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επί μέρους τμημάτων του κτηρίου.

- σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις κατηγορίες του πίνακα 1.5, τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία. (πηγή: TOTEE/KENAK, 2018)

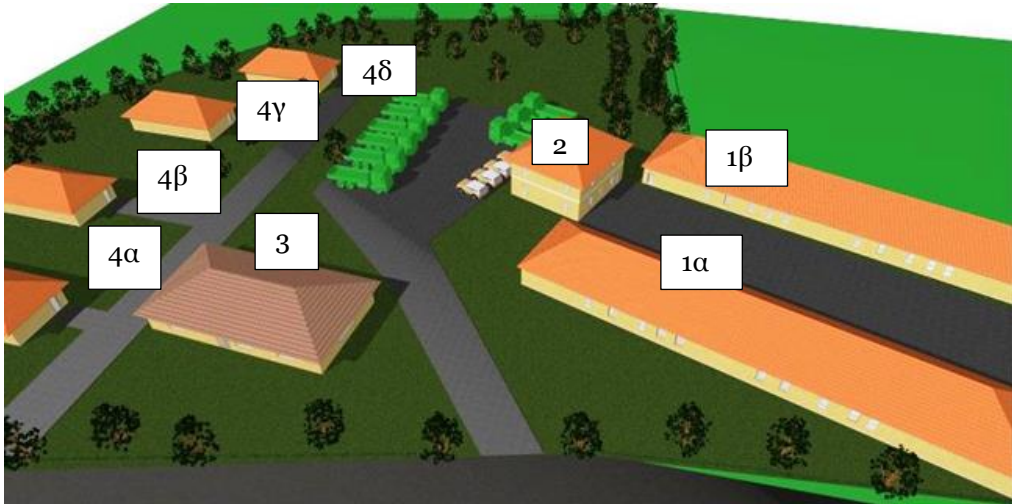
Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη τον παραπάνω περιορισμό λόγω χρήσεων, η παρούσα οικονομοτεχνική μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης θα αφορά στα κτήρια των λόχων, στο διοικητήριο και στα εστιατόρια-μαγειρεία, τα οποία σύμφωνα με τον KENAK κατηγοριοποιούνται, όπως στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3.3)

Πίνακας 3.3. Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας οικονομοτεχνικής μελέτης, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Χρήσεις εντός στρατοπέδων
Προσωρινής διαμονής	Οικοτροφείο και κοιτώνας	Κτήρια λόγων
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	Μαγειρία-εστιατόρια
Γραφείων	Γραφείο	Διοκητήριο

3.3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση Κτηρίων

Τα στρατόπεδα της περιοχής της Ηλείου, ηλικιακά δημιουργήθηκαν μετά το 1913, στον Μεσοπόλεμο και μετά την λήξη του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και του Εμφυλίου. Ωστόσο η πλειονότητα των κτηριακών κατασκευών εντός αυτών, οι οποίες παραμένουν σε χρήση στην συντριπτική τους πλειοψηφία, αφορούν σε μετέπειτα κατασκευασθέντα κτήρια, της δεκαετίας του 1960 και 1970, είτε λόγω παλαιότητας και προχειρότητας των αρχικών κτηρίων, είτε λόγω καταστροφής τους από τους βομβαρδισμούς του 1940-1941 και του πολύνεκρου εμφυλίου. Παλαιότερες κατασκευές (συνήθως λιθοδομές) είτε κατεδαφίστηκαν είτε προσανατολίστηκαν σε δευτερεύουσες χρήσεις (αποθήκες, χώροι εκπαίδευσης) και έτσι δεν εξετάζονται στην παρούσα μελέτη. Σημαντικά είναι επίσης κτήρια προ του 1913, Τουρκικής κατασκευής, τα οποία χαρακτηρίζονται ιστορικά και διατηρητέα και εξαιρούνται των διατάξεων του ΚΕΝΑΚ (κτήριο διοίκησης της 8^{ης} Μ/Π Ταξιαρχίας στο κέντρο των Ιωαννίνων, Χάνι Εμίν Αγά κ.α.). Έτσι τα υπό εξέταση κτήρια, είναι όλα κτήρια των προαναφερθεισών δεκαετιών, των οποίων ο φέροντας οργανισμός αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και μπατική τοιχοποιία με πλάκα και σκεπές από κεραμίδια σε ξύλινους σκελετούς.

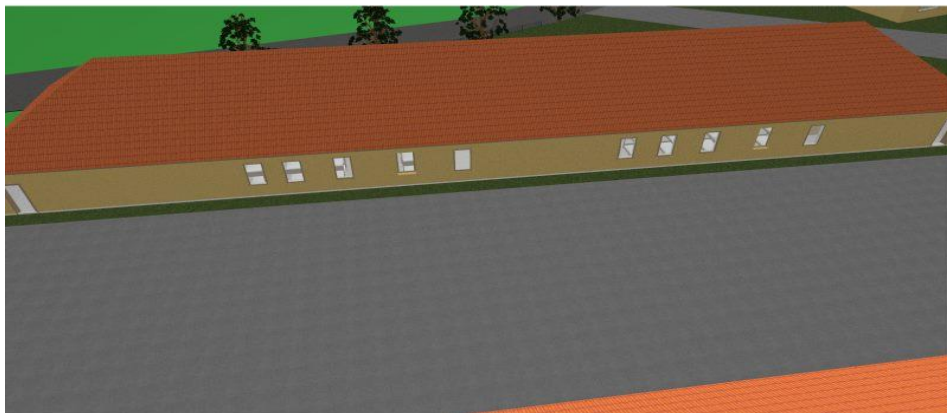


Εικόνα 3.4 Τρισδιάστατη Απεικόνιση Μοντέλου Στρατοπέδου
Κτήρια 1 α και 1 β: Κτήρια Λόχων
Κτήριο 2: Διοικητήριο
Κτήριο 3: Εστιατόριο-Μαγειρεία
Κτήρια 4 α, 4 β, 4 γ και 4 δ: Αποθήκες

Το έτος κατασκευής ενός κτηρίου είναι σημαντικό στοιχείο, καθώς σχετίζεται άμεσα με την ενεργειακή κατανάλωσή του, καθώς τα δομικά και κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά επηρεάζονται από τις τάσεις της εκάστοτε εποχής, αλλά και από το σχετικό νομοθετικό και θεσμικό πλαίσιο. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι στην Ελλάδα τα κτήρια τα οποία χτίστηκαν πριν το 1979 δεν διαθέτουν θερμομόνωση κελύφους, καθώς τη χρονιά αυτή άρχισε να ισχύει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης, που επέβαλε την θερμομόνωση του κελύφους των κτηρίων. Επίσης τα παράθυρα τους είναι απλοί μονοί υαλοπίνακες χωρίς θερμοδιακοπή.

3.3.3 Κτήρια Προσωρινής Διαμονής (Λόχοι-Θάλαμοι Οπλιτών)

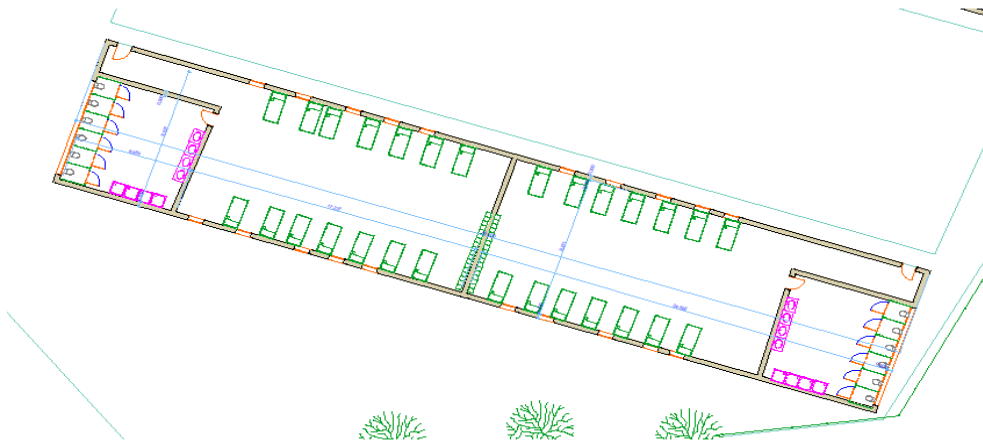
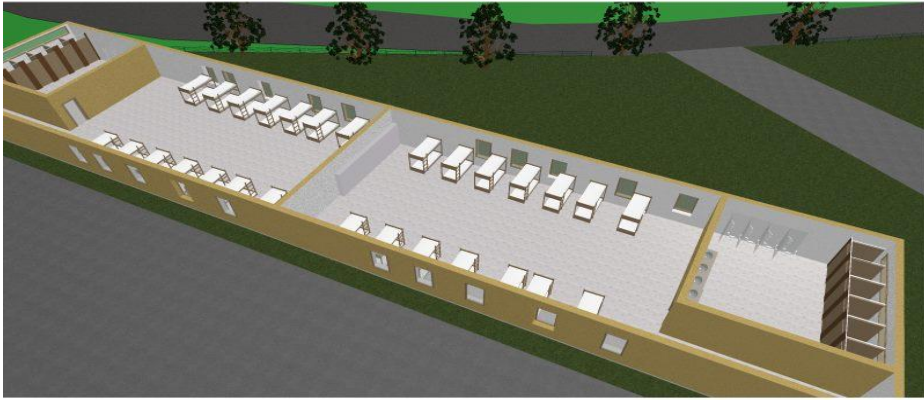
Αποτελούν τα δύο μεγαλύτερα κτήρια του στρατοπέδου, πανομοιότυπα μεταξύ τους με χρήση ως χώροι διαμονής των οπλιτών θητείας. Πρόκειται για ισόγεια, άνευ υπογείου κτήρια, των οποίων ο φέροντας οργανισμός αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και μπατική τοιχοποιία.



Εικόνα 3.5 Κτήριο Λόχων (πρόσοψη)

Διαθέτουν πλάκα και άνω αυτής τετράριχτη σκεπή με κλίσεις 35% σε ξύλινο σκελετό, από κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου. Το πάτωμα τους είναι μωσαϊκό, ο φωτισμός τους είναι παλαιάς τεχνολογίας με λάμπες πυρακτώσεως και φθορισμού και οι υαλοπίνακες είναι απλά αλουμίνια με μονά τζάμια χωρίς θερμοδιακοπή και ξύλινα πατζούρια. Το ύψος τους συνολικά είναι 6 μ. (2,0 μ. η σκεπή, 3 μ. το εσωτερικό), το μήκος 50 μ. και το πλάτος 10 μ.. Ο όγκος του κάθε κτηρίου ισούται με 2000 κ.μ. και τα εμβαδόν του 500τ.μ. Ο προσανατολισμός και των δύο κτηρίων, ισούται με 23° .

Οι όψεις των κτηρίων, είναι εναρμονισμένες με τα λοιπά στο στρατόπεδο κτήρια, τόσο από άποψη μορφής όσο και όγκου. Ο όγκος τους είναι αρμονικά κατανεμημένος στην κάλυψη τους και δημιουργεί έτσι, τελικά, θετική οπτική αίσθηση, σαν στοιχείο του συνολικού δεδομένου του γενικού περιβάλλοντος ενός στρατοπέδου.



Εικόνα 3.6 Κτήριο Λόγων (Κατόψεις)

Οι εσωτερικοί χώροι τους περιλαμβάνουν, κοινόχρηστους χώρους (διαδρόμους- προθάλαμο, λουτρά) και τους θαλάμους των οπλιτών. Οι επιφάνειες του κάθε κτηρίου έχουν υπολογιστεί ως εξής:

- Πάτωμα: 500 τ.μ.
- Πλάκα οροφής: 500 τ.μ.
- Εξωτερική τοιχοποιία: 321,24
- Επιφάνειες κουφωμάτων (παράθυρα-φεγγίτες λουτρών):34,98 τ.μ

- Επιφάνειες ξύλινων Πατζουριών: 27 τ.μ.
- Επιφάνειες θυρών: 3,78 τ.μ.

3.3.4 Κτήριο Γραφείων (Διοικητήριο)

Αποτελεί το μοναδικό δώροφο άνευ υπογείου κτήριο του στρατοπέδου, με αποκλειστική χρήση ως κέντρο διοίκησης και ελέγχου. Ο φέρων οργανισμός αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και η φέρουσα τοιχοποιία είναι μπατική από τούβλο. Διαθέτει πλάκα και άνω αυτής τετράριχτη σκεπή με κλίσεις 35% σε ξύλινο σκελετό, από κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου.

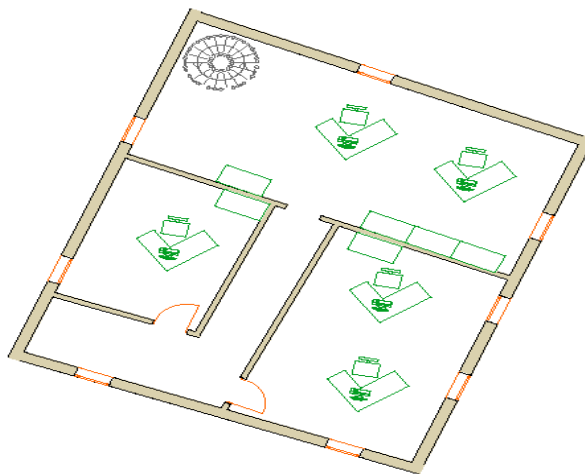
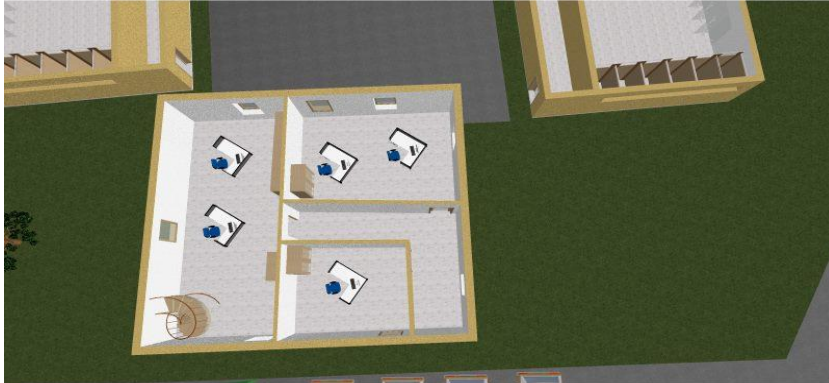


Εικόνα 3.7 Διοικητήριο (πρόσοψη)

Το πάτωμα του κτηρίου είναι μωσαϊκό και διαθέτει εσωτερικό κλιμακοστάσιο. Ο φωτισμός τους είναι παλαιάς τεχνολογίας με λάμπες πυρακτώσεως και φθορισμού και οι υαλοπίνακες είναι απλά αλουμίνια με μονά τζάμια χωρίς θερμοδιακοπή και ξύλινα πατζούρια. Το ύψος τους συνολικά είναι 8 μ. (2,0 μ. η σκεπή, 6 μ. το εσωτερικό), το μήκος 12,29 μ. και το πλάτος 10,69 μ.. Ο όγκος του κάθε κτηρίου ισούται με 900 κ.μ. και τα εμβαδόν του με 240 τ.μ. Ο προσανατολισμός δε του κτηρίου είναι 26°.

Οι όψεις του κτηρίου είναι εναρμονισμένες με τα λοιπά στο στρατόπεδο κτήρια, τόσο από άποψη μορφής όσο και όγκου. Ο όγκος

του, ως το ψηλότερο από τα λοιπά κτήρια, του προσδίδει ιδιαίτερο ύψος και χαρακτήρα, προσαρμοσμένο συγχρόνως και στην χρήση του ως κέντρο διοίκησης, πάντα όμως σε αρμονία με το γενικό περιβάλλον ενός στρατοπέδου.



Εικόνα 3.8 Διοικητήριο (κατόψεις 1^{ου} – 2^{ου} ορόφου)

Οι εσωτερικοί χώροι του περιλαμβάνουν κλιμακοστάσιο, κοινόχρηστους διαδρόμους, 1 wc και επτά γραφεία. Οι επιφάνειες του κάθε κτηρίου έχουν υπολογιστεί ως εξής:

- Πάτωμα: 240 τ.μ.

- Πλάκα οροφής: 240 τ.μ.
- Εξωτερική τοιχοποιία: 238,62 τ.μ.
- Επιφάνειες κουφωμάτων (παράθυρα): 21,6 τ.μ
- Επιφάνειες ξύλινων Πατζουριών: 21,6 τ.μ.
- Επιφάνειες θυρών: 3,78 τ.μ.

3.3.5 Κτήριο Συνάθροισης Κοινού (Εστιατόρια-Μαγειρεία)

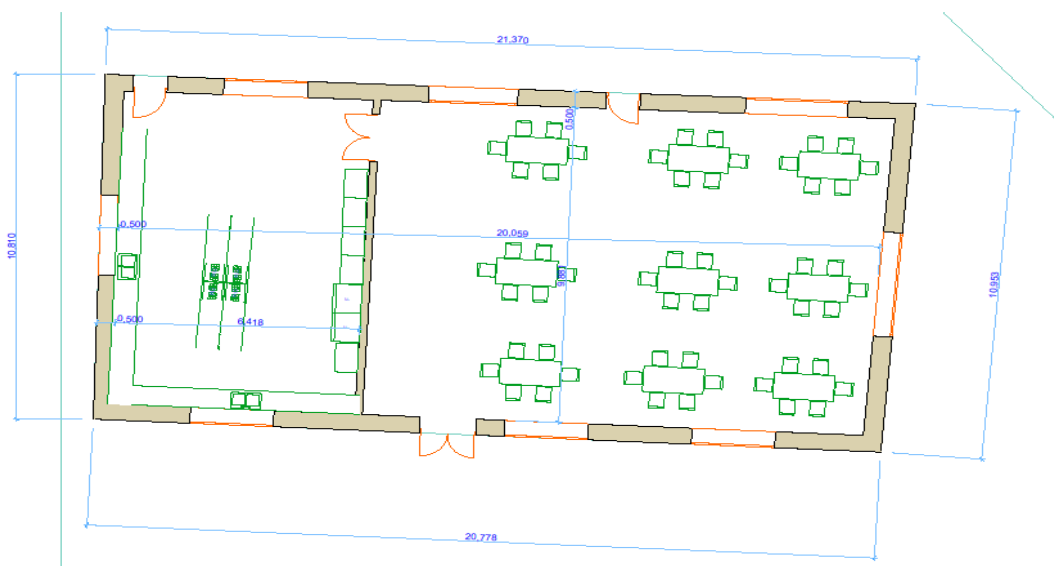
Το τελευταίο από τα υπό μελέτη κτήρια, είναι μία ισόγεια άνευ υπογείου κατασκευή, με χρήση ως κέντρο συνάθροισης κοινού και συγκεκριμένα ως εστιατόριο με μαγειρεία, των διαβιούντων εντός του στρατοπέδου. Ο φέρων οργανισμός αποτελείται επίσης από οπλισμένο σκυρόδεμα και η φέρουσα τοιχοποιία είναι μπατική από τούβλο. Διαθέτει πλάκα και άνω αυτής τετράριχτη σκεπή με κλίσεις 35% σε ξύλινο σκελετό, από κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου.



Εικόνα 3.9 Μαγειρεία-Εστιατόρια (πρόσοψη)

Το πάτωμα του κτηρίου είναι μωσαϊκό, ενώ ο φωτισμός τους είναι παλαιάς τεχνολογίας με λάμπες πυρακτώσεως και φθορισμού και οι

υαλοπίνακες είναι απλά αλουμίνια με μονά τζάμια χωρίς θερμοδιακοπή και ξύλινα πατζούρια.



Εικόνα 3.10 Μαγειρεία-Εστιατόρια (κάτοψη)

Το ύψος του συνολικά είναι 6 μ. (2,0 μ. η σκεπή, 4 μ. τοιχοποιία), το μήκος 22,5 μ. και το πλάτος 11,25 μ.. Ο όγκος του κτηρίου ισούται με 800 κ.μ. και τα εμβαδόν του 200τ.μ. Ο προσανατολισμός τέλος του κτηρίου είναι 50 .

Οι όψεις του κτηρίου είναι αντίστοιχα εναρμονισμένες με τα λοιπά στο στρατόπεδο κτήρια και ο όγκος του, είναι απόλυτα εναρμονισμένος ανάλογα της χρήσης του, πάντα όμως σε συνάφεια με το γενικότερο στρατιωτικό περιβάλλον. Ο εσωτερικός του χώρος διαιρείται σε δύο ξεχωριστούς ενιαίους χώρους. Σε αυτό του εστιατορίου και στα μαγειρεία, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους.

Οι επιφάνειες του κτηρίου έχουν υπολογιστεί ως εξής:

- Πάτωμα: 200 τ.μ.
- Πλάκα οροφής: 200 τ.μ.
- Εξωτερική τοιχοποιία: 146.73 τ.μ.
- Επιφάνειες κουφωμάτων (παράθυρα): 26.34 τ.μ
- Επιφάνειες ξύλινων Πατζουριών: 26.34 τ.μ.
- Επιφάνειες θυρών: 6.93 τ.μ.



Εικόνα 3.11 Μαγειρεία (εσωτερική διαμόρφωση)

3.3.6 Γενική Περιγραφή των Κτηρίων-Υλικά και Συντελεστές

Τα κτήρια του μοντέλου στρατοπέδου που μελετάται είναι σε αριθμό περισσότερα από 8. Από αυτά προς μελέτη και αξιολόγηση κτήρια θα είναι τα τέσσερα (τα δύο εκ των οποίων

πανομοιότυπα με κοινή χρήση), καθώς τα λοιπά εξαιρούνται του πεδίου εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ. Τα προς μελέτη κτήρια, βάσει του Κανονισμού κατηγοριοποιούνται ως «Προσωρινής διαμονής με χρήση ως οικοτροφεία και κοιτώνες για τα κτήρια λόγων», «Συνάθροισης κοινού με χρήση ως εστιατόριο για τα μαγειρεία-εστιατόρια» και «Κτήριο γραφείων με αποκλειστική χρήση ως γραφείο για το διοικητήριο». Χαρακτηρίζονται από υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις σε σύγκριση με νεώτερα κτήρια τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα και κάτι που τα χαρακτηρίζει επιπλέον, είναι ότι δεν διαθέτουν θερμομόνωση και τα παράθυρα τους είναι απλοί μονοί υαλοπίνακες χωρίς θερμοδιακοπή.



Εικόνα 3.12 Το μοντέλο στρατοπέδου (αεροφωτογραφία βόρεια λήψη)

Σε ένα τυπικό κτήριο του μοντέλου στρατοπέδου, καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο. Η ενέργεια καταναλώνεται για φωτισμό των χώρων και για την λειτουργία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών (ψυγεία, κουζίνες, θερμοσίφωνες, Η/Υ κ.α.) . Το ρεύμα παρέχεται στα κτήρια από το δίκτυο, ενώ το πετρέλαιο χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ανάγκες θέρμανσης και για την καύση του χρησιμοποιούνται λέβητες, καυστήρες και δεξαμενές, εγκατεστημένα εντός των κτηρίων. Δεν είναι τοποθετημένες και δεν

γίνεται χρήση μονάδων ψύξης στο στρατόπεδο, σε κανέναν από τους προαναφερθέντες χώρους. Το τυπικό ωράριο λειτουργίας αυτών, οι συνθήκες και οι μέσες καταναλώσεις παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4 Τυπικό ωράριο λειτουργίας, συνθήκες και εκτιμώμενες καταναλώσεις κτηρίου αναφοράς, ανά κατηγορία κτηρίου προς μελέτη. (πηγή: TOTEE/KENAK, 2018).

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Προσωρινές διαμονής	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [οC]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Εστιατόριο	20	26	35	50
Γραφείο	20	26	35	45
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών		Άτομα / 100 m² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m³/h/άτομο]	Νωπός αέρας [m³/h/m²]
Οικοτροφείο και κοιτώνας		10	15	1,5
Εστιατόριο		70	25	17,5
Γραφείο		10	30	3,00
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού U_o (min/μέση τιμή)
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	0,8	22	0,6
Εστιατόριο	200	0,8	-	-
Γραφείο	500	0,8	19	0,6
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Z.N.X.		Ετήσια κατανάλωση Z.N.X.	
	[ℓ/άτομο/ημέρ	ανά	ανά	ανά

	α]	δομημένη επιφάνεια [l/m ² /ημέρα]	υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	-	18,25	-
Εστιατόριο	8	5,6	-	2,04
Γραφείο	-	-	-	-
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών		Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας [W/m²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Οικοτροφείο και κοιτώνας		75	8	1
Εστιατόριο		75	53	0,5
Γραφείο		80	8	0,3
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,5
Γραφείο	15	0,3	4,5	0,3

3.3.7 Αποτύπωση της Υφιστάμενης Ενεργειακής Κατανάλωσης

Όπως αναφέρεται σε έρευνα του Ε.Μ.Π. σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των Δημοσίων Κτηρίων στην Ελλάδα, «τα παλαιότερα δημόσια κτήρια παρουσιάζουν, ως προς την ενεργειακή τους απόδοση, τις ελλείψεις και τα χαρακτηριστικά, που συνοψίζονται παρακάτω:

- Μεγάλες θερμικές απώλειες λόγω ελλιπούς σχεδιασμού και παλαιότητας της κατασκευής του κελύφους τους (μονώσεις, υαλοστάσια, επιχρίσματα κλπ).
- Μεγάλη κατανάλωση συμβατικών καυσίμων λόγω ανεπαρκούς σχεδιασμού και λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης.
- Μη ικανοποιητικά επίπεδα φυσικού και τεχνητού φωτισμού.

- Έλλειψη ευελιξίας στην ρύθμιση των ενεργειακών συστημάτων σύμφωνα με τις χρήσεις.
- Ανεπαρκή συντήρηση, ενεργειακή διαχείριση και έλεγχο της λειτουργίας των συστημάτων.
- Έλλειψη σχεδίων ή προγραμμάτων ενεργειακής εξοικονόμησης. »

Επιπρόσθετα τα κτήρια του μοντέλου στρατοπέδου, έχουν κάποιες ιδιαίτερες απαιτήσεις στον ενεργειακό τομέα, λόγω του χαρακτήρα της διαβίωσης και της φύσης της εργασίας που τα διακρίνει. Στα κτήρια αυτά :

- Διαπιστώνονται υψηλές καταναλώσεις συμβατικών καυσίμων τα οποία προκαλούν υψηλά επίπεδα ρύπανσης του περιβάλλοντος και μεγάλο κόστος, ενώ παράλληλα το επίπεδο θερμικής άνεσης των χρηστών τους δεν είναι το επιθυμητό.
- Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι συχνά ανεξέλεγκτη, καθώς γίνεται καταγραφή της, συνολικά, για όλο τα στρατόπεδο, καθώς δεν γίνονται επιμέρους μετρήσεις της κατανάλωσης ηλεκτρισμού ανά κτήριο, ούτε υπάρχει δυνατότητα εντοπισμού των κύριων χρήσεων του (φωτισμός, θέρμανση, εγκαταστάσεις).
- Παρατηρείται μεμονωμένη και αποσπασματική εκτέλεση των έργων επισκευής και των όποιων επεμβάσεων, η οποία οφείλεται κυρίως σε έλλειψη σχετικών κονδυλίων και στις συχνές φθορές που επιφέρει η παλαιότητα των εγκαταστάσεων και η μακροχρόνια και αδιάλειπτη χρήση, με αποτέλεσμα έτσι να μην εφαρμόζεται Κεντρικός Ενεργειακός Σχεδιασμός, μέσω του οποίου θα ήταν δυνατή η επίτευξη αποδοτικότερης ενεργειακής λειτουργίας, του συνόλου των κτηρίων.

Κατόπιν των παραπάνω, η ενεργειακή απόδοση των προς μελέτη κτηρίων του μοντέλου στρατοπέδου, θα πιστοποιηθεί βάσει των παρακάτω χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των διαφόρων εγκαταστάσεων και των συστημάτων τους :

- Κέλυφος

Ο φέρων οργανισμός των κτηρίων αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα, τα στοιχεία του οποίου δε φέρουν μόνωση και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 2,78 W/m²K (πολύ μεγαλύτερος από αυτόν που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ για τη Γ κλιματική

Ζώνη). Η φέρουσα τοιχοποιία είναι μπατική από συμπαγή τούβλα πάχους 30 εκ. και δε φέρουν μόνωση. Ο συντελεστής θερμοπαρατότητας είναι $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Το δάπεδο των κτηρίων, είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο ελαφρό σκυρόδεμα. Πάνω από αυτό υπάρχει στεγάνωση και η τελική επικάλυψη διαμορφώνεται με μωσαϊκό. Κάτω από το άοπλο σκυρόδεμα υπάρχει στρώση από χαλίκια. Το δάπεδο δε φέρει μόνωση και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του είναι $1,21 \text{ W/m}^2\text{K}$. Η σκεπή των κτηρίων, είναι από κεραμίδι ρωμαϊκού τύπου, σε ξύλινο σκελετό, στηριγμένο σε πλάκα, χωρίς μόνωση. Τα ανοίγματα τους είναι μεταλλικά (αλουμινίου) με μονά υαλοστάσια, με ξύλινα παντζούρια. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων είναι ίσος με $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Όσον αφορά στις σκιάσεις, λόγω της μη δυνατότητας πραγματοποίησης αντικειμενικών μετρήσεων πεδίου, λήφθηκαν υπόψη μέσες φυσιολογικές τιμές του περιβάλλοντος χώρου και της αραιής δόμησης που χαρακτηρίζει ένα στρατόπεδο.

Θερμική άνεση:

Η εσωτερική θερμοκρασία διατηρείται σε αρκετά υψηλά επίπεδα τους θερινούς μήνες και χαμηλή τους χειμερινούς. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η μεγάλη θερμική αδράνεια του κτηρίου, που οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για μια σχετικά βαριά και συμπαγή κατασκευή, καθώς και στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα του σκυροδέματος.

- Φυσικός φωτισμός

Σύμφωνα με τη μελέτη παρατηρούνται περιοχές με επίπεδα φωτισμού πολύ χαμηλά και άλλες με πολύ υψηλά και δημιουργούνται προβλήματα θάμβωσης.

- Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού

Το σύνολο των φωτιστικών είναι απαρχαιωμένης τεχνολογίας, γεγονός που αυξάνει την ενεργειακή κατανάλωση, ενώ ταυτόχρονα ο φωτισμός είναι ελλιπής. Οι περισσότεροι λαμπτήρες έχουν παλιωμένο ημιδιαφανή διαχύτη που περιορίζει τη φωτεινή ροή των λαμπτήρων καθιστώντας τους αναποτελεσματικούς. Υφίστανται χώροι που χρησιμοποιούνται ακόμα λαμπτήρες πυρακτώσεως. Επιπρόσθετα, υπάρχουν φωτιστικά τα οποία είναι κακώς τοποθετημένα και ως εκ τούτου, φωτίζουν ελάχιστα.

- Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Σε κάθε κτήριο είναι τοποθετημένος λέβητας ισχύος 80000 cal. Το σύστημα θέρμανσης περιλαμβάνει επίσης παλαιωμένες σωληνώσεις με ανεπαρκή μόνωση. Τα θερμαντικά σώματα είναι παλαιού τύπου. Οι καμινάδες είναι επίσης παλαιές και έχουν διαρροή καυσαερίων λόγω διάβρωσης

- Ζεστό νερό χρήσης

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσεως, χρησιμοποιούνται ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι λόγω ηλικίας και χρήσης, χαρακτηρίζονται από μειωμένη ενεργειακή απόδοση και υψηλές καταναλώσεις ενέργειας.

Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογία

4.1 Μέθοδοι Ενεργειακής Ανάλυσης Κτηρίων

Για την ενεργειακή ανάλυση των κτηρίων, χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα. Με βάση το επίπεδο προσομοίωσής τους ως προς τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας των κτηρίων, διακρίνονται σε μοντέλα πλήρους προσομοίωσης, σταθερής κατάστασης και ημισταθερής κατάστασης, ενώ ανάλογα με τον τρόπο που προσεγγίζουν και προσδιορίζουν το θερμικό φορτίο των κτηρίων, διακρίνονται σε εμπρόσθια προσέγγιση και ανάστροφη προσέγγιση. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω κριτήρια, οι ευρύτερα γνωστές χρησιμοποιούμενες μέθοδοι ανάλυσης είναι:

- Σταθερής κατάστασης, μέθοδος βαθμομερών
- Ημισταθερής κατάστασης, απλοποιημένη μέθοδος ισορροπίας θερμότητας μηνιαίου βήματος
- Δυναμικής κατάστασης, δυναμική μέθοδος εμπρόσθιας προσέγγισης

Η κάθε προσέγγιση, παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της και ανάλογα των ιδιοτήτων, των στόχων και των περιορισμών της κάθε μελετητικής-ερευνητικής προσπάθειας, επιλέγεται κατά περίπτωση.

4.1.1 Ορισμοί

Στον ΚΕΝΑΚ, όπως επίσης και παλαιότερα στο Ν.3661 αναλύονται αρκετοί βασικοί ορισμοί, τους κυριότερους από τους οποίους θα αναφέρουμε προκειμένου να συνεχίσουμε έπειτα στην τεχνικοοικονομική αξιολόγηση.

• **Ενεργειακή απόδοση κτηρίου:** Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτηρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτηρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτηρίου και

άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτηρίου.

- Ενεργειακή επιθεώρηση: Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα. Μπορούμε να διενεργήσουμε ενεργειακή επιθεώρηση σε κτήρια, σε λέβητες και εγκαταστάσεις θέρμανσης, σε εγκαταστάσεις κλιματισμού (>12 k W) και σε συστήματα φωτισμού.

- Ενεργειακός επιθεωρητής: Φυσικό ή νομικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτηρίων ή λεβήτων και/ή κλιματιστικών. Διαχωρίζονται σε Α τάξης για κτήρια < 1000 τ.μ. και σε Β τάξης για κτήρια > 1000 τ.μ.

- Κτήριο αναφοράς: Κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό. Το κτήριο αναφοράς βρίσκεται στην ενεργειακή κατηγορία Β.

- Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτηρίου: Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτηρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου το έτος [kWh/m².έτος]. Ειδικά για τα κτήρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.

- Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου: Το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής (πρωτογενής προς τελική ενέργεια) του πίνακα 4.1. Ο συντελεστής μετατροπής ουσιαστικά εκφράζει την ενεργειακή αξία της κάθε πηγής ενέργειας και οι τιμές του μας παραδίδονται έτοιμες, από τον ΚΕΝΑΚ .

Πίνακας 4.1 Συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια (πηγή :ΚΕΝΑΚ).

Πηγή Ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (KgCO ₂ / KWh)
Φυσικό Αέριο	1.05	0.196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1.1	0.264
Ηλεκτρική ενέργεια	2.9	0.989
Βιομάζα	1	-----

- Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων: Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) είναι το έγγραφο που απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου. Σε αυτό αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά του κτηρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτηρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

- Μελέτη ενεργειακής απόδοσης: Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτηρίων.

4.1.2 Μέθοδος των Βαθμομερών

Βαθμομέρες είναι το άθροισμα διαφορών θερμοκρασίας σε μία χρονική περίοδο. Η διαφορά θερμοκρασίας είναι μεταξύ μιας θερμοκρασίας αναφοράς και της εξωτερικής θερμοκρασίας του αέρα. Η θερμοκρασία αναφοράς είναι γνωστή ως θερμοκρασία βάσης, η οποία στα κτήρια είναι μια θερμοκρασία σημείου ισορροπίας, δηλαδή η εξωτερική θερμοκρασία στην οποία το κτήριο δεν απαιτεί ούτε ψύξη ούτε θέρμανση προκειμένου να διατηρήσει τις συνθήκες άνεσης.

Οι μέθοδοι των βαθμομερών είναι οι απλούστερες μεθοδολογίες για την εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων κτηρίων

για θέρμανση και ψύξη, ιδιαίτερα εάν η χρήση των κτηρίων είναι συνεχής και ο βαθμός απόδοσης του εξοπλισμού θέρμανσης και κλιματισμού θεωρηθεί σταθερός. Η μέθοδος των βαθμοημερών δίνει απλά και γρήγορα μία εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων αναγκών σε ενέργεια για θέρμανση ή ψύξη και συνίσταται ιδιαίτερα σε κτίρια κατοικιών και μικρά εμπορικά κτίρια.

Μαθηματικά ο τύπος που περιγράφει τις βαθμοημέρες θέρμανσης σε ετήσια βάση, είναι ο (Gelegenis, 2009) παρακάτω:

$$HDD = N_Y \cdot \int_{T_{\min}}^{T_b} (T_b - T) \cdot P(T) \cdot dT$$

HDD : Οι βαθμοημέρες θέρμανσης

N_Y : Ο αριθμός ημερών έτους

T_b : Η θερμοκρασία βάσης

T_{\min} : Η ελάχιστη παρατηρούμενη θερμοκρασία

$P(T)$: Η συνάρτηση κατανομής πυκνότητας πιθανότητας για τη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Λόγω του ότι η παραπάνω σχέση είναι εξαιρετικά δύσχρηστη για τις τεχνικές εφαρμογές, καθώς προϋποθέτει ωριαίες μετρήσεις, η σχέση που δίνει τις βαθμοημέρες θέρμανσης, στην περίπτωση που έχουμε διακριτές τιμές της θερμοκρασίας είναι:

$$HDD = \frac{N_Y}{N} \cdot \sum_{j=1}^N (T_b - T_j)^+$$

όπου N : ο διαθέσιμος αριθμός των θερμοκρασιακών τιμών, ο οποίος έχει ληφθεί με το ίδιο χρονικό βήμα.

Η θερμοκρασία βάσης είναι σημαντική παράμετρος για την εξαγωγή των βαθμοημερών. Εξαρτάται από τις τεχνικές προδιαγραφές του κτηρίου και δεν ταυτίζεται με την επιθυμητή θερμοκρασία στο εσωτερικό του (Κατσουλάκος, 2013).

Όσον αφορά τη θέρμανση εκφράζεται από τη σχέση:

$$T_b = T_{in} - \frac{Q_g}{H}$$

ενώ για την ψύξη, το πηλίκο προστίθεται στην επιθυμητή θερμοκρασία. Για τις βαθμοημέρες θέρμανσης η προσφιλέστερη θερμοκρασία βάσης ισούται με 18° C, ενώ οι βαθμοημέρες ψύξης

υπολογίζονται με βάση τους 22° C. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε, πως οι βαθμομέρες υπολογίζονται με σταθερή θερμοκρασία βάσης, γι' αυτό και οι αντίστοιχες μέθοδοι υπολογισμού χαρακτηρίζονται ως προσεγγίσεις σταθερής βάσης. Αυτού του είδους οι προσεγγίσεις είναι οι συνηθέστερες και παρά το ότι θεωρητικά μειονεκτούν των άλλων, κατά περίπτωση μπορεί και να παρουσιάζουν μικρότερα σφάλματα.

4.1.3 Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας

Ένα κτήριο ανταλλάσει θερμότητα με το εξωτερικό περιβάλλον λόγω της διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Τους χειμερινούς μήνες το κτήριο παρουσιάζει θερμικές απώλειες ενώ τους θερινούς μήνες η θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος μεταφέρεται εντός του κτηρίου. Οι λόγοι της μεταφοράς της θερμότητας είναι η αγωγή των δομικών στοιχείων του κτηρίου και ο αερισμός (Κατσουλάκος, 2013). Η αντίσταση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας δίνεται από τον τύπο :

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \left[\frac{m^2 \circ C}{W} \right]$$

d: το πάχος της στρώσης

λ: ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, είναι χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα του κάθε υλικού και εκφράζει την ευκολία ή δυσκολία που παρουσιάζει το κάθε υλικό στην ροή της θερμότητας διαμέσου αυτού. Σοβαρό μέτρο της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός κτηριακού κελύφους, χρησιμοποιείται ο συντελεστής θερμοπερατότητας, ο οποίος ουσιαστικά είναι το αντίστροφο της θερμικής αντίστασης των διαφόρων δομικών στοιχείων. Αυτός εκφράζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R} \quad \left[\frac{W}{m^2 \circ C} \right]$$

και η αντίστοιχη μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό, στο εξωτερικό του κτηρίου και αντίστροφα ισούνται με:

$$q = U \cdot A \cdot \Delta\theta \quad [W]$$

Όπου A : η επιφάνεια του δομικού στοιχείου (m²)
Δθ: η διαφορά εσωτ.-εξωτ. Θερμοκρασίας (°C)

Το γινόμενο U·A, το οποίο συμβολίζεται με H, ισοδυναμεί με τον συντελεστή μεταφοράς θερμότητας του εκάστοτε δομικού στοιχείου. Στις ίδιες αρχές αλλά με σχετικές διαφοροποιήσεις των μαθηματικών εκφράσεων, βασίζεται και ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών στοιχείων. Σύμφωνα με τις ΤΟΤΕΕ, για ένα απλό κούφωμα, ο μαθηματικός υπολογισμός εξάγεται από τον τύπο:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

Στις ΤΟΤΕΕ, εμπεριέχονται οι τιμές των μεγεθών που εμφανίζονται στις παραπάνω εξισώσεις, για ένα μεγάλο εύρος υλικών και οι οποίες κατά βάση προέρχονται από τις προδιαγραφές του ΕΛΟΤ, για διάφορα κατασκευαστικά υλικά (Κατσουλάκος, 2013).

Πίνακας 4.2 Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφων αδιαφανών δομικών στοιχείων (πηγή: ΚΕΝΑΚ).

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² -K)]	[W/(m ² -K)]	[W/(m ² -K)]	[W/(m ² -K)]	[W/(m ² -K)]	[W/(m ² -K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού σπλισμένου ακυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχρστο από μία ή δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τοιμενιοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχρστη από μία ή δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	–	0,85	0,80	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τοιμενιοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχρστη από μία ή δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	–	0,95	0,85	–

Πίνακας 4.3 Τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας διάφανων επιφανειών (πηγή: KENAK).

Τύπος υαλοπίνακα	U_g
	$[W/(m^2.K)]$
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	1,80
Γαλότουβλα	3,50

4.1.4 Εκτίμηση Ενεργειακής Ζήτησης-Κατανάλωσης Κτηρίου

Η απαίτηση για ενέργεια στον κτηριακό τομέα, καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, το βιοτικό επίπεδο (επιδιωκόμενες συνθήκες άνεσης), οι χρήσεις των κτηρίων και η ενεργειακή τους κατάταξη. Η παραπάνω ενεργειακή ζήτηση, αναλύεται σε θέρμανση, ψύξη και απαίτηση σε ηλεκτρική ενέργεια. Για την κάλυψη της παραπάνω ζήτησης χρησιμοποιούνται διάφορες μορφές ενέργειας και καυσίμων. Έτσι λοιπόν ορίζεται η τελική ενεργειακή κατανάλωση σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα του KENAK. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση, μπορεί εύκολα να αναχθεί σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ανάλογα με την πηγή ενέργειας από την οποία προέρχεται, σύμφωνα με το λογισμικό του KENAK και στην συνέχεια σε ποσότητα καυσίμων, ανάλογα από την πηγή που προέρχεται και τέλος σε οικονομική και περιβαλλοντικά επιβάρυνση.

Ο λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας, προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί και καταναλώνει το σύστημα για την λειτουργία του, ορίζεται ως ο συντελεστής απόδοσης ενεργειακού συστήματος.

4.2 Ανάλυση Κόστους Οφέλους

Για την οικονομική αξιολόγηση των υπό διερεύνηση επεμβάσεων στο μοντέλο στρατοπέδου, είναι απαραίτητη η ολοκλήρωση της διαδικασίας, εφαρμόζοντας την αξιολόγηση της επένδυσης. Η οικονομική ανάλυση-σύγκριση δηλαδή, που εφαρμόζει την ποσοτικοποίηση του κόστους και την εκτίμηση του κέρδους της επένδυσης. Η ανάλυση κόστους-οφέλους είναι ένα σύνολο πρακτικών μεθόδων και διαδικασιών που κατευθύνουν τη λήψη αποφάσεων σε προγράμματα δημόσιων δαπανών, η οποία στοχεύει στον υπολογισμό των ταμειακών ροών που θα προκύψουν από την υλοποίηση του υπό διερεύνηση επενδυτικού σχεδίου. Η αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων και προγραμμάτων γενικότερα απαιτεί συνήθως σύγκριση κόστους και οφελών υπό διαφορετικές χρονικές περιόδους. Οι μαθηματικοί τύποι που δίνουν την ετήσια ζήτηση θερμότητας και ψύξης είναι:

$$Q_h = H_{tot} \cdot HDD \cdot \frac{24}{1000} \quad [kWh]$$

Όπου H_{tot} : ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας του κτηρίου

HDD: οι βαθμομέρες θέρμανσης

$$Q_c = H_{tot} \cdot CDD \cdot \frac{24}{1000} \quad [kWh]$$

και αντίστοιχα CDD: οι βαθμομέρες ψύξης

Για τον συνολικό υπολογισμό σε ψύξη και θέρμανση, λαμβάνεται υπόψη ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι το λογισμικό του KENAK, ακόμα και για κτήρια που δεν διαθέτουν μονάδες η μηχανισμούς ψύξης, όπως τα υπό μελέτη κτήρια του μοντέλου στρατοπέδου, δίδει συγκεκριμένες ελάχιστα παραδεκτές τιμές, καθώς ουσιαστικά αφορά στον έμμεσο αερισμό.

4.2.1 Πίνακας Ταμειακών Ροών

Η ταμειακή ροή ορίζεται από τη διαφορά δύο μεγεθών, της ταμειακής εισροής και της ταμειακής εκροής. Η διαφορά αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Η ταμειακή ροή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο λειτουργίας, συνήθως ετήσια. Επομένως, για ένα επενδυτικό σχέδιο καταστρώνεται ο πίνακας των

ετήσιων ταμειακών ροών για την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Για την κατάστρωση του πίνακα των ταμειακών ροών είναι απαραίτητη η γνώση των κάτωθι μεγεθών:

- του συνολικού κεφαλαίου επένδυσης
- των ετήσιων δαπανών (σταθερά και αναλογικά λειτουργικά έξοδα, τόκοι, χρεολύσια, φόρος εισοδήματος, επιπρόσθετες εκταμιεύσεις κεφαλαίου)
- των ετήσιων εσόδων
- των ετήσιων αποσβέσεων

Ο πίνακας των ταμειακών ροών ενός επενδυτικού σχεδίου έχει την ακόλουθη μορφή :

Πίνακας 4.4 Πίνακας ταμειακών ροών επενδυτικού σχεδίου
 [Πηγή: Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ. (2004). "Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων". Σημειώσεις μαθήματος "Οικονομική του Περιβάλλοντος". ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη". ΕΜΠ.]

Έτος	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>S</i>
<i>1. Επενδύσεις</i>									
<i>2. Ετήσια Παραγωγή (μονάδες προϊόντος)</i>									
<i>3. Τιμή πώλησης ανά μονάδα προϊόντος</i>									
<i>4. Ετήσια έσοδα (2)x(3)</i>									
<i>5. Κόστος ανά μονάδα προϊόντος</i>									
<i>6. Ετήσιο λειτουργικό κόστος (2)x(5)</i>									
<i>7. Σταθερές δαπάνες</i>									
<i>8. Ακαθάριστα κέρδη (4)-(6)-(7)</i>									
<i>9. Αποσβέσεις</i>									
<i>10. Τόκοι</i>									
<i>11. Φορολογητέο εισόδημα (8)-(9)-(10)</i>									
<i>12. Φόροι (11) x συντ. φορολόγησης</i>									
<i>13. Καθαρά κέρδη (11)-(12)</i>									
<i>14. Ταμειακή ροή (13)+(9)</i>									
<i>15. Χρεολύσια</i>									
<i>16. Καθαρή ταμειακή ροή μετά φόρων (14)-(1)-(15)</i>									
<i>17. Καθαρή ταμειακή ροή προ φόρων (16)+(12)</i>									

Συνεπώς, η ταμειακή ροή του επενδυτικού σχεδίου ορίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα της ροής όλων των ετών της ζωής της επένδυσης. Δεδομένου όμως ότι οι χρηματικές ροές πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές είναι απαραίτητο πριν πραγματοποιηθεί το άθροισμα των ταμειακών ροών να γίνει η αναγωγή τους στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή της αξιολόγησης, ήτοι να υπολογιστεί η παρούσα αξία κάθε ταμειακής ροής.

4.2.2 Επιτόκιο Προεξόφλησης

«Η επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης αποτελεί από μόνη της ένα ιδιαίτερο ζήτημα. Το επιτόκιο προεξόφλησης εξαρτάται από το κόστος κεφαλαίου, το οποίο είναι συνάρτηση του σχήματος της χρηματοδότησης και του κινδύνου που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση. Το επιτόκιο προεξόφλησης παίζει ρόλο κλειδί στην απόφαση για το ποιο σχέδιο θα επιλεγεί, επειδή οι ταμειακές ροές συμβαίνουν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Όσο χαμηλότερο το επιτόκιο προεξόφλησης, τόσο μεγαλύτερη η αξία ενός οπισθοβαρούς σχεδίου. Καθορίζεται δε, από τον επενδυτικό φορέα, με υποκειμενικά κατά βάση κριτήρια και εκφράζει είτε το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης είτε το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο για να καλύψει τον κίνδυνο της επένδυσης έναντι μιας πιο ασφαλούς τοποθέτησης.

Ο IRR είναι το επιτόκιο προεξόφλησης που κάνει την παρούσα αξία του προγράμματος ίση με το μηδέν. Σε μία ιδιωτικού χαρακτήρα επένδυση, όπου το βασικό ερώτημα είναι, εάν τα σχέδια είναι αποδεκτά και εν συνεχεία, ποιο σχέδιο είναι το προτιμότερο, ο εσωτερικός λόγος απόδοσης IRR είναι αποδεκτός αν $\rho > r$.

Σε μία δημόσια όμως επένδυση, όπως είναι η παρούσα, το επιτόκιο προεξόφλησης διαφοροποιείται από τα εύρος τιμών που λαμβάνουν τα αντίστοιχα των ιδιωτικών επενδύσεων. Επίσης, σε μία κρατική επένδυση διαφοροποιούνται και τα κόστη, τα οφέλη όπως και τα προεξοφλητικά επιτόκια, απ' ότι στον ιδιωτικό τομέα.

Για το ποιο πρέπει να είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο για το Δημόσιο δεν υπάρχει ομοφωνία. Μια δυνατότητα μπορεί να είναι το επιτόκιο του ιδιωτικού τομέα. Αυτό υποθέτει ότι όλα τα χρηματικά ποσά που εισπράττει το κράτος και τα χρησιμοποιεί για επένδυση θα επενδύονταν στον ιδιωτικό τομέα. Στην πραγματικότητα η χρηματοδότηση των δημόσιων έργων γίνεται με χρήματα που προέρχονται από διάφορες πηγές-επενδύσεις και την κατανάλωση. Τα χρήματα που προέρχονται από κατανάλωση πρέπει να προεξοφλούνται με προεξοφλητικό επιτόκιο μετά το φόρο. Στην πράξη, είναι δύσκολο να προσδιορίσει κανείς, ποια αναλογία

προέρχεται από την κατανάλωση και ποια από τις επενδύσεις. » (Ράπανος – Καπλάνογλου, 2017).

Αυτό συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 5% και 10%, με τις ανώτερες τιμές να συναντώνται στις περιπτώσεις όπου η επένδυση χρηματοδοτείται και από το κράτος, αλλά και από ιδιωτικούς πόρους. Σύμφωνα με την πηγή, μια άλλη δυνατότητα είναι το κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης, το οποίο μετρά την αποτίμηση που κάνει η κοινωνία για την κατανάλωση που θυσιάζεται σήμερα. Διαφέρει από την απόδοση της αγοράς επειδή λαμβάνει υπόψη του το ενδιαφέρον της κοινωνίας για τις μελλοντικές γενιές και έχει στοιχεία πατερναλισμού. Μπορεί να επιλύσει κάποιες αναποτελεσματικότητες της αγοράς, όπως τις θετικές εξωτερικότητες, η επιλογή του όμως θεωρείται κάπως αυθαίρετη. Στην πραγματικότητα, ζητείται από τους δημόσιους φορείς να χρησιμοποιούν ένα πραγματικό επιτόκιο, με βάση την υπόθεση ότι αυτό μετρά την προ φόρων απόδοση του ιδιωτικού τομέα.

Για την εν λόγω μελέτη, επιλέχθηκε το επιτόκιο να είναι της τάξεως του 7%, το οποίο είναι ένα επιτόκιο που συναντάται συνήθως, σε τέτοιας φύσεως δημόσιες επενδύσεις και από πλευράς έκτασης και συμμετοχής αλλά και από την προαναφερθείσα τάση προεξόφλησης των χρημάτων προ των φόρων.

4.2.3 Η Καθαρά Παρούσα Αξία

Ο πίνακας ταμειακών ροών αποτελεί τη βάση για την αξιολόγηση ενός ή περισσοτέρων επενδυτικών σχεδίων από την πλευρά της επιχείρησης. Τα δύο συνηθέστερα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό είναι, το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value – NPV) και το κριτήριο της Εσωτερικής Απόδοσης επί του Κεφαλαίου (Internal Rate of Return – IRR).

Χρηματικές μονάδες, που αναφέρονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες, λόγω του πληθωρισμού αλλά και των αποδόσεων στην αγορά. Η Καθαρά Παρούσα Αξία ορίζεται ως η παρούσα αξία των ετήσιων εισοδημάτων μείον τη παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Στην πράξη κι εφόσον έχει καταστρωθεί ο πίνακας των ταμειακών ροών, η ΚΠΑ υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$ΚΠΑ = \left[\sum_{r=1}^v \frac{ΚΤΡ_r}{(1 + \varepsilon)^r} \right] - E_0$$

- ΚΠΑ = η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου
- ΚΤΡ τ = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος τ
- E₀ = η αρχική επένδυση το χρόνο τ=0
- ν = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου
- ε = το επιτόκιο προεξόφλησης

Τα ονομαστικά ποσά αποτιμούνται ανάλογα με το επίπεδο των τιμών στα έτη που έχουμε τις αποδόσεις. Τα πραγματικά ποσά αποτιμούνται με βάση το επίπεδο τιμών σε ένα συγκεκριμένο έτος. Ο πληθωρισμός, τέλος επηρεάζει τόσο τη ροή πληρωμών όσο και το συντελεστή προεξόφλησης και αυτά τα δύο αντισταθμίζουν το ένα το άλλο.

4.2.4 Εσωτερική Απόδοση Επί Του Κεφαλαίου

Το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, ορίζεται ως η Εσωτερική Απόδοση Επί Του Κεφαλαίου (ΕΑΚ). Εκείνο δηλαδή το επιτόκιο, το οποίο εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από την ΕΑΚ και του επιτοκίου της προεξόφλησης, οφείλεται στο ότι το μεν πρώτο, προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών, ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται από τον επενδυτικό φορέα. Ο τύπος που δίνει την ΕΑΚ είναι ο ακόλουθος:

$$ΚΠΑ = 0 = \left[\sum_{t=1}^v \frac{ΚΤΡ_t}{(1 + ΕΑΚ)^t} \right] - E_0$$

- ΚΤΡ_t = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος t
- E₀ = η αρχική επένδυση το χρόνο t=0
- ν = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου
- ΕΑΚ = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την ΚΠΑ = 0

4.2.5 Αξιολόγηση Σχεδίου Βάσει ΚΠΑ-ΕΑΚ

Οι όροι αποδοχής ή μη, ενός σχεδίου, προκειμένου αυτό να είναι αποδεκτό, ανεξάρτητα των εναλλακτικών επιλογών, σε σχέση με τα προαναφερθέντα κριτήρια διαμορφώνονται ως εξής:

α. Για την **Καθαρά Παρούσα Αξία**

- ΚΠΑ > 0, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- ΚΠΑ = 0, το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης είναι οριακό
- ΚΠΑ < 0, η επένδυση απορρίπτεται

β. Για την **Εσωτερική Απόδοση επί του Κεφαλαίου**

- ΕΑΚ > από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- ΕΑΚ = με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή, εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση
- ΕΑΚ < από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται.

Ανεξάρτητα του χρησιμοποιημένου κριτηρίου ή του συνδυασμού αυτών, καθώς και οι δύο μέθοδοι εμφανίζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, σε οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών επενδυτικών σχεδίων προκρίνεται το σχέδιο που εμφανίζει την καλύτερη απόδοση, δηλαδή την υψηλότερη ΚΠΑ ή την υψηλότερη ΕΑΚ.

Ένα επενδυτικό σχέδιο, αξίζει να υλοποιηθεί όταν το κόστος της επένδυσής, αποσβέσει έπειτα από ένα εύλογο χρονικό διάστημα, με χαμηλό ρίσκο για την βιωσιμότητα του. Οι δύο παραπάνω μέθοδοι, μας δίνουν την δυνατότητα να αξιολογήσουμε εάν αξίζει ή όχι να υλοποιήσουμε μία τέτοια επένδυση και υπό ποιες προϋποθέσεις. Συνυπολογίζοντας λοιπόν το επιτόκιο προεξόφλησης, το ετήσιο κόστος λειτουργίας του κάθε σεναρίου επέμβασης και το οικονομικό όφελος της επένδυσης έναντι της παρούσας κατάστασης, προκύπτει η ταμειακή ροή του επενδυτικού σχεδίου, που είναι η διαφορά της εξοικονόμησης κόστους ενέργειας με το ετήσιο κόστος συντήρησης, δηλαδή :

Ταμειακή Ροή : Ταμειακή Εισροή - Ταμειακή Εκροή

Πέραν της ταμειακής ροής, ιδιαίτερη σημασία έχει και η προεξοφλημένη ταμειακή ροή, η οποία υπολογίζει το σύνολο των καθαρών ταμειακών ροών καθ' όλη τη διάρκεια της επένδυσης, και τις ανάγει στην αξία του χρήματος τη χρονική στιγμή έναρξης του έργου.

$$ΠΤΡ = ΚΤΡ_t * (1 + i)^{-t}$$

- ΠΤΡ = προεξοφλημένη ταμειακή ροή
- ΚΤΡ_t = καθαρή ταμειακή ροή το χρόνο t
- i = το επιτόκιο προεξόφλησης

Συνεπάγεται δηλαδή, την διαδικασία υπολογισμού της παρούσας αξίας μιας χρηματοροής, όπως όμως αυτή θα προέκυπτε στο χρόνο t με βάση το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης. Για την περίπτωση που μελετάται επομένως, για συνολική διάρκεια **20 ετών** και με επιτόκιο προεξόφλησης **7%**.

Κεφάλαιο 5. Προτεινόμενες Επεμβάσεις-Εφαρμογή-Αποτελέσματα

5.1 Βελτίωση Ενεργειακής Συμπεριφοράς και Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτήρια-Γενικά

Κέλυφος ονομάζεται το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτηρίου. Ο τρόπος της κατασκευής του κτηρίου καθορίζει τη θερμική και κατ'επέκταση την ενεργειακή του συμπεριφορά. Το μέγεθος της επιφάνειας ενός κτηρίου, καθορίζει και την θερμική ενέργεια που αυτό χάνει. Αυτή, δύναται να περιοριστεί, με την θερμομόνωση διαφανών και αδιαφανών επιφανειών. Αυτή η ροή ενέργειας δηλαδή, είναι αδύνατο να διακοπεί. Μπορεί όμως, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή επεμβάσεων στο κέλυφος του κτηρίου, ώστε να μειωθεί η ανταλλαγή θερμότητας μέσα από τις επιφάνειες (τοιχούς, στέγες, πατώματα, κουφώματα). Επιπλέον απώλεια αποτελεί η θερμότητα που διαφεύγει από τις ατέλειες του περιβλήματος. Οι όποιες επεμβάσεις πάντα, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και τα ποσοστά του φυσικού αερισμού των κτηρίων και τις ιδιαίτερες συνθήκες των θερινών μηνών.

Προτείνεται, τα διάφορα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Αυτή η εργασία όμως, εξαρτάται πάντα από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη φύση της χρήσης των χώρων. Η κακή ποιότητα των κατασκευών στα κτήρια, με παλαιές και χωρίς καθόλου προδιαγραφές θερμομόνωσης κατασκευές, συντελεί στο να υπάρχουν αυξημένες ανάγκες για θέρμανση. Τα πλέον ευπαθή σημεία ενός κελύφους που έχουν ανάγκη από θερμική προστασία, είναι οι επικαλύψεις, η εξωτερική τοιχοποιία, το δάπεδο του υπογείου, η οροφή της πιλοτής και τα εξωτερικά κουφώματα.

Ένας αρκετά αξιόλογος και αποδοτικός τρόπος επίλυσης του προβλήματος κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂, είναι η θερμομόνωση των κτηρίων. Η θερμομόνωση αυξάνει θεαματικά την ανθεκτικότητα ενός κτηρίου και μειώνει τις φθορές που αυτό υφίσταται από τη θερμότητα και την υγρασία. Επιπλέον εξασφαλίζει την συνεχή και σταθερή διατήρηση των συνθηκών άνεσης. Μία κατασκευή πρέπει να έχει σωστή θερμομόνωση σε όλες εκείνες τις επιφάνειες από τις οποίες είναι δυνατό να διαφύγει θερμική ενέργεια. Δηλαδή τόσο περιμετρικά, όσο και από τα θεμέλια μέχρι τη στέγη.

Παρακάτω αναλύονται οι προτεινόμενοι τρόποι θερμομόνωσης των κτηρίων του μοντέλου στρατοπέδου καθώς και οι λοιπές ενεργειακές επεμβάσεις αναβάθμισης τους. Η επιλογή στις μεθόδους θερμομόνωσης, έγινε μεταξύ διαφόρων μεθόδων, όπως αυτές περιγράφονται στην κείμενη νομοθεσία και στις διάφορες τεχνικές οδηγίες. Κάθε τεχνική από αυτές, έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της. Αυτό που επιδιώκεται σε κάθε περίπτωση, είναι η παροχή επαρκούς θερμικής αντίστασης, έτσι ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης. Η εξασφάλιση δηλαδή ενός συνεχούς θερμομονωτικού στρώματος χωρίς θερμογέφυρες, το οποίο να προστατεύει από τη διείσδυση του νερού καθώς και να συνεπάγεται και μία ελάχιστη προστασία από τον θόρυβο.

5.2 Αναλυτική Περιγραφή Επεμβάσεων

Μετά από οχτώ συνεχή έτη εφαρμογής του KENAK, παρατηρούμε πως τα κτήρια που χτίστηκαν από το 2011 και έπειτα έχουν χαμηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και επομένως κατατάσσονται σε καλύτερη Κατηγορία ενεργειακής κατανάλωσης (B+ και άνω), ενώ τα παλαιότερα κτήρια με αυξημένες απαιτήσεις σε πρωτογενή ενέργεια, κατατάσσονται στις χαμηλότερες Κατηγορίες. Δεδομένου ότι στις υποχρεωτικές διατάξεις του KENAK, προβλέπεται όλα τα νεόδμητα κτήρια αλλά και τα ριζικά ανακαινισμένα να πιστοποιούνται ενεργειακά, μόνο εάν κατατάσσονται από την Κατηγορία B και άνω, στην παρούσα μελέτη τέθηκε ο στόχος της ενεργειακή αναβάθμισης του Στρατοπέδου στην Κατηγορία B+, από την Κατηγορία E που εντάσσονται τώρα.

5.2.1 Επεμβάσεις στο Κέλυφος, Μόνωση Εξωτερικής Τοιχοποιίας

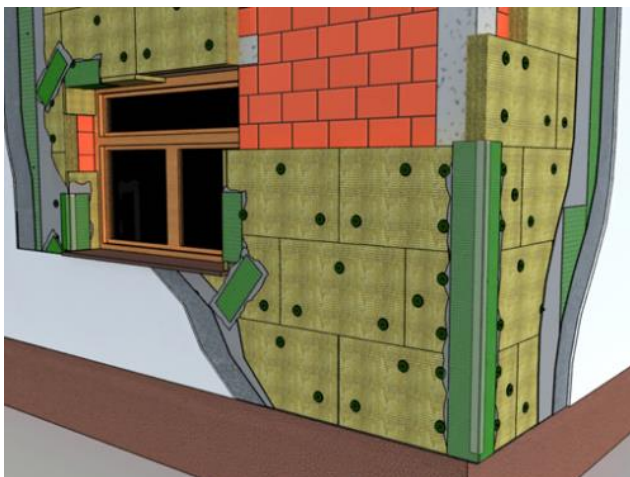
Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω καταλήγουμε ότι η θερμομόνωση είναι το σημαντικότερο μέτρο για την εξοικονόμηση ενέργειας. Η βελτίωσή της οδηγεί σε μείωση της απώλειας και αντιστοίχως κατανάλωσης ενέργειας των συστημάτων θέρμανσης και βοηθά στην ταχεία ανάκτηση της θερμοκρασίας του χώρου. Η μείωση του κόστους λειτουργίας σε συνδυασμό με τη μακροχρόνια χρήση ενός κτιρίου οδηγεί στη βέλτιστη επένδυση των χρημάτων. Ιδιαίτερα λόγω της εκρηκτικής αύξησης των τιμών του πετρελαίου και φυσικού αερίου, η θερμομόνωση είναι μεγάλης σπουδαιότητας και γίνεται ακόμη σημαντικότερη με την θέσπιση του ενεργειακού πιστοποιητικού που αφορά τα κτίρια.

Πίνακας 5.1 Αποδεκτοί συντελεστές και χαρακτηριστικά μονωτικών υλικών, ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

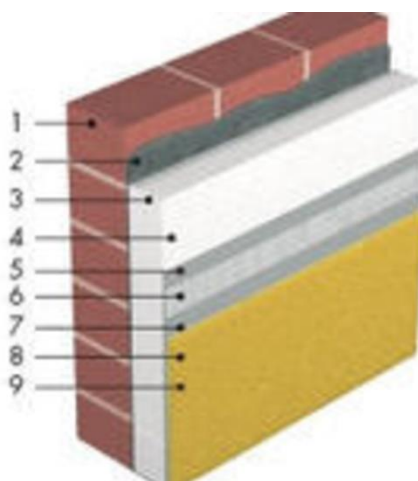
Κλιματική ζώνη κατά ΚΕΝΑΚ 2010	Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας U (W/m ² K)	Συνιστώμενο πάχος (mm)	Θερμική Αντίσταση R (m ² K/W) του FKD S	Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας U (W/m ² K) του FKD-S Thermal
ΖΩΝΗ Α	0,60	60	1,71	0,60
ΖΩΝΗ Β	0,50	70	2,00	0,51
ΖΩΝΗ Γ	0,45	80	2,29	0,45
ΖΩΝΗ Δ	0,40	90	2,57	0,40

Οι επεμβάσεις στο κέλυφος που προτείνονται για την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων, κατά τους θερινούς μήνες, πρέπει να στοχεύουν στη μείωση των θερμικών προσόδων, την αύξηση του φυσικού αερισμού και την αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτηρίου ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες πρέπει να στοχεύουν στη μείωση των θερμικών απωλειών και συνακόλουθα στη μείωση της συμβατικής ενεργειακής κατανάλωσης. Και στους τρεις τύπους κτηρίων, προτείνεται η προσθήκη στα συμπαγή στοιχεία του κελύφους, εξωτερικής θερμομόνωσης πάχους 7 εκ. με πιστοποιημένο σύστημα εξιλασμένης πολυστερίνης. Το προς τοποθέτηση σύστημα θα αποτελείται από τσιμεντοειδές βασικό επίχρισμα, πλέγμα ενίσχυσης ειδικών προδιαγραφών με αντιαλκαλική προστασία, έγχρωμο αστάρι με χαλαζιακή άμμο και έγχρωμο στη μάζα του ακρυλικό ή σιλικονούχο τελικό επίχρισμα. Τα προϊόντα που συνθέτουν το σύστημα θα είναι τα κάτωθι :

- Υπόβαθρο
- Υλικό επικόλλησης
- Μονωτικές πλάκες
- Βύσματα αγκύρωσης
- Βασικό επίχρισμα
- Πλέγμα ενίσχυσης
- Αστάρι με χαλαζιακή άμμο
- Τελικό επίχρισμα (έγχρωμο ακρυλικό)



Εικόνα 5.1 Ολοκληρωμένη μόνωση εξωτερικής επιφάνειας ανά φάση, τομή. (πηγή: knauf)



Εικόνα 5.2 Τομή υλικών που συνθέτουν το σύστημα μόνωσης εξωτερικών επιφανειών τοιχοποιίας. (πηγή: knauf)

Έτσι το σύστημα αυτό δεν απαιτεί επιπλέον βάψιμο και είναι κοστολογικά ανταγωνιστικό. Η αποφυγή του επιπλέον βαψίματος το καθιστά γρήγορο στην εφαρμογή του ενώ το χαρακτηρίζουν, η ελαστικότητα και η αντοχή του τελικού επιχρίσματος σε αντίξοες καιρικές συνθήκες (πηγή: knauf).

Για την εν λόγω εργασία προτείνεται η χρήση πλακών πετροβάμβακα, οι οποίες μπορεί να συγκολληθούν σε μία οποιαδήποτε επίπεδη, σκληρή, στεγνή και καθαρή επιφάνεια. Αφού

ελεγχθεί το κονίαμα, αφαιρούνται τα χαλαρά κομμάτια και πληρώνονται αυτά τα μέρη με κλασικό σοβά πριν την εφαρμογή. Λόγω της παλαιότητας των επιφανειών μεττόν θα πρέπει να γίνει καθαρισμός με εκτόξευση νερού. Στο κάτω μέρος στερεώνεται μεταλλικό προφίλ με βύσματα αγκύρωσης (μέγιστο 3 τεμ/μ). Αυτό το προφίλ παρέχει ένα εφαρμοστό τελείωμα στην πρόσοψη, προστατεύει το κάτω άκρο της πλάκας και επιτρέπει την τοποθέτηση του μονωτικού υλικού σε μία οριζόντια βάση. Εν συνεχεία εφαρμόζεται η κόλλα, η οποία για τον πετροβάμβακα, εφαρμόζεται στην περίμετρο της πλάκας και σημειακά στην εσωτερική της επιφάνεια. Τουλάχιστον 40% της επιφάνειας της πλάκας πρέπει να έχει καλυφθεί με κόλλα. Η κόλλα δεν πρέπει να εισχωρεί ανάμεσα στις ενώσεις των πλακών. Ακολουθεί η επικόλληση των πλακών πετροβάμβακα στον τοίχο βάσης - Πλάκες πετροβάμβακα, τοποθετούνται κοντά η μία στην άλλη, πιέζοντας τη μία πλάκα δίπλα σε αυτή που κολλήθηκε πρώτα. Η επόμενη σειρά πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση μισής πλάκας σε σχέση με την προηγούμενη σειρά. Η ομαλότητα / επιπεδότητα των εξωτερικών επιφανειών ελέγχεται στη συνέχεια με έναν οδηγό κατάλληλου μήκους (π.χ. με ένα κομμάτι προφίλ ή με ένα ξύλο). Στις γωνίες, στα παράθυρα και στις πόρτες, πρέπει να τοποθετούνται ολόκληρες πλάκες με σκοπό την αποφυγή ρηγματώσεων στις γωνίες του τελικού στρώματος του κονιάματος. Οι πλάκες στερεώνονται με βύσματα αγκύρωσης. Τα βύσματα αγκύρωσης που συστήνονται είναι πολυαιθυλενίου με ατσάλινες βίδες και διάμετρο κεφαλής 60 χιλ. Η κατάλληλη στερέωση της πλάκας επιτυγχάνεται με 6 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγ. μέτρο (3 βύσματα αγκύρωσης ανά πλάκα), σημειώνοντας ότι στις γωνίες του κτιρίου χρησιμοποιούνται 8-14 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγωνικό μέτρο. Τέλο εγκαθίστανται γωνιόκρανα με υαλόπλεγμα και ενίσχυση στις γωνίες των ανοιγμάτων. Πριν την εφαρμογή του πρώτου στρώματος κόλλας στο οποίο εγκιβωτίζεται υαλόπλεγμα, όλες οι γωνίες του κτιρίου και τα ανοίγματα πάνω στην πρόσοψη πρέπει να ενισχυθούν με γωνιόκρανα με υαλόπλεγμα. Για την αποφυγή ρηγματώσεων στην πρόσοψη, μία επιπλέον λωρίδα υαλοπλέγματος πρέπει να τοποθετείται στις γωνίες των ανοιγμάτων σε γωνία 45° σχετικά με το άνοιγμα, διάστασεων 20x40εκ. Ακολουθεί η εφαρμογή της κόλλας στην οποία εγκιβωτίζεται ένα ενισχυμένο πλέγμα. Στο πρώτο στρώμα φρέσκιας και ενιαία εφαρμοσμένης κόλλας, εγκιβωτίζεται ενισχυμένο υαλόπλεγμα, ανθεκτικό στα αλκάλια. Είναι απαραίτητο να γίνεται επικάλυψη των κομματιών του υαλοπλέγματος σε διάστημα τουλάχιστον 10 cm. Μετά εφαρμόζεται ένα δεύτερο στρώμα κόλλας ώστε η θέση του υαλοπλέγματος να είναι στο εξωτερικό ένα τρίτο του πάχους της κόλλας. Η όλη διαδικασία των εργασιών εξωτερικής μόνωσης

ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση ασταριού και τελικού στρώματος στην πρόσοψη. Σε συνδυασμό με τις οδηγίες του κατασκευαστή, ένα κατάλληλο αστάρι για το τελικό στρώμα της πρόσοψης, όπως αυτό ορίζεται από τις προδιαγραφές, εφαρμόζεται πάνω στη στεγνή κόλλα και ακολουθεί το τελικό εξωτερικό επίχρισμα (πηγή: knauf).

5.2.2 Επεμβάσεις στο Κέλυφος, Αντικατάσταση Κουφωμάτων και Υαλοστασίων

Οι μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας συντελούνται λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων από τους αρμούς μεταξύ του κουφώματος και του παραθύρου, όπως επίσης και μεταξύ των πλαισίων και των συμπαγών στοιχείων του κτηρίου. Είναι απαραίτητη λοιπόν η μείωση αυτών των απωλειών. Επίσης με τα διπλά υαλοστάσια βελτιώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας των παραθύρων. Όπως προαναφέρθηκε, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διπλών υαλοστασίων που επηρεάζουν τη θερμοπερατότητα των παραθύρων είναι, ο τύπος και το πάχος των υαλοστασίων και το μεταξύ τους διάκενο, το πάχος και το είδος προστατευτικής επίστρωσης στην εσωτερική πλευρά του εξωτερικού υαλοστασίου και στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου και τέλος η πλήρωση του διακένου με αέριο. Οι θερμικές απώλειες, λόγω μετάδοσης βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με την επιφάνεια, οπότε το γυαλί, που αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος ενός κουφώματος, παίζει σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση των θερμικών απωλειών. Η θερμομόνωση που επιτυγχάνεται με τα τζάμια του κουφώματος εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το διάκενο που υπάρχει μεταξύ τους. Όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής K τόσο καλύτερη θερμομόνωση επιτυγχάνεται. Με διάκενο 12mm, οι θερμικές απώλειες μέσω του τζαμιού μειώνονται στο μισό.

Θερμικές απώλειες έχουμε όχι μόνο μέσω του γυαλιού, αλλά επίσης και από το πλαίσιο του κουφώματος. Επομένως ένα προφίλ με μικρότερη θερμική αγωγιμότητα θα μειώσει τις απώλειες μέσα από το πλαίσιο. Η μεταφορά θερμότητας σταματά όταν εξισώνονται οι θερμοκρασίες των σωμάτων. Αυτό ονομάζεται θερμική ισορροπία. Η θερμότητα που μεταφέρεται σ' ένα σώμα εξαρτάται από τη μάζα του, το είδος του υλικού και από τη μεταβολή της θερμοκρασίας του. Γενικά τα σύγχρονα κουφώματα έχουν ιδιαίτερα καλά χαρακτηριστικά αντοχής και ανθεκτικότητας στις καιρικές συνθήκες. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλες διατομές των υλικών κατασκευής, αλλά και με τη χρήση ειδικών χημικών προεργασίας και επίστρωσης των τελικών υλικών.



Εικόνα 5.3 Διπλό ενεργειακό κούφωμα με θερμοδιακοπή, τομή.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός κουφώματος καθορίζονται τόσο από την ικανότητά του να εμποδίζει το πέρασμα ζεστού ή κρύου αέρα μέσω των αρθρώσεών του, όσο και από την ικανότητά του να εμποδίζει τη διάδοση της θερμότητας μέσω των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο. Η ικανότητα των κουφωμάτων να εμποδίζουν τη διάδοση της θερμότητας εξαρτάται κυρίως από την αεροπερατότητα της επιφάνειας του κουφώματος, που απαλείφεται, όταν τοποθετείται σωστά το κούφωμα, τον τύπο του υαλοπίνακα και τον τύπο του προφίλ αλουμινίου. Αν ένα παράθυρο επιτρέπει τη διέλευση μεγάλης ποσότητας αέρα μέσα από τις αρθρώσεις του, θα προκαλέσει την έξοδο ζεστού αέρα ή την είσοδο κρύου αέρα (ανάλογα με τις διαφορετικές πιέσεις), με αποτέλεσμα την ψύξη του χώρου και επομένως αυξημένες απαιτήσεις θέρμανσης για να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου. Στα θερμομονωτικά κουφώματα, το εσωτερικό μέρος χωρίζεται από το εξωτερικό με κάποιο υλικό διαφορετικής υφής χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, το οποίο εμποδίζει την άμεση μεταβίβαση της θερμότητας από μέσα προς τα έξω και αντιστρόφως. Η αεροπερατότητα επηρεάζει άμεσα τόσο τη θερμομόνωση όσο και την ηχομόνωση. Ένα ενεργειακό κούφωμα αλουμινίου οφείλει τη θερμομόνωσή του στη θερμοδιακοπή. Η θερμοδιακοπή είναι η παρεμβολή μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ αλουμινίου, ενός υλικού, το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας και πραγματοποιείται με τη χρήση

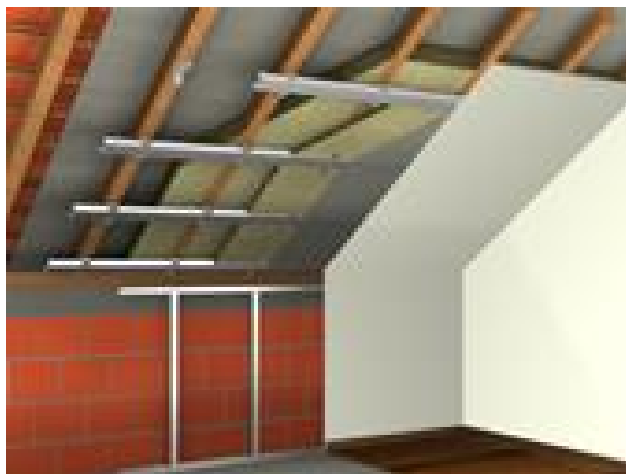
πολυαμιδίου, μονωτικό υλικό το οποίο συμβάλλει και στη στιβαρότητα των κουφωμάτων. Τοποθετείται σαν μπαρέτα στη διατομή του προφίλ και αποτελεί ουσιαστικά μια θερμοπλαστική ρητίνη. Αυτό που πρακτικά κάνει, είναι να διακόπτει τη μετάδοση της εξωτερικής θερμοκρασίας στο εσωτερικό των κουφωμάτων, λόγω του ότι αποτελεί κακό αγωγό θερμότητας. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζονται οι ρύποι και το κόστος λειτουργίας θέρμανσης και ψύξης. Τα θερμομονωτικά συστήματα, είναι συστήματα υψηλών επιδόσεων για απαιτητικές κατασκευές με εξαιρετική ευελιξία και υψηλές επιδόσεις θερμομόνωσης. Οι απώλειες ενέργειας περιορίζονται σημαντικά και επιτυγχάνουμε εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων, αλλά και προστασία του περιβάλλοντος. Τα ενεργειακά κουφώματα, έχουν αυξημένα τα χαρακτηριστικά της θερμομόνωσης, με συνέπεια να μειώνεται κατά πολύ η καταναλισκόμενη ενέργεια για την ψύξη ή τη θέρμανση του χώρου σας, έως και 40% (πηγή: alumil).

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στην πρόταση αντικατάστασης των πλαισίων και των κουφωμάτων των παραθύρων, ξηλώνοντας τα υπάρχοντα, επισκευάζοντας την φθορά και τοποθετώντας νέα στεγανά κουφώματα αλουμινίου θερμοδιακοπής, τα οποία πετυχαίνουν σημαντική βελτίωση του συντελεστή θερμοπερατότητας των παραθύρων και μείωση της διείσδυσης, καθώς και αντικατάσταση των μονών υαλοστασίων με νέα, ενεργειακά, διπλά.

5.2.3 Μόνωση της Οροφής

Προκειμένου να εξασφαλιστεί μία ενεργειακά αποδοτική στέγη, η δόμηση της πρέπει να διαθέτει:

- Προστασία από το κρύο το χειμώνα και από τη ζέση το καλοκαίρι
- Πυροπροστασία καθώς η δομή της στέγης αποτελείται κυρίως από ξύλο
- Προστασία από εξωτερικούς θορύβους



Εικόνα 5.4 Ολοκληρωμένη μόνωση στέγης ανά φάση, τομή.
(πηγή: knauf)

Για την αυξημένη ενεργειακή απόδοση και διάρκεια ολόκληρου του συστήματος της κατασκευής της στέγης, είναι σημαντικό να γεμίσει το κενό ανάμεσα στα δοκάρια με μονωτικό υλικό κατάλληλου πάχους για την κλιματική ζώνη Δ στην οποία υπάγονται τα κτήρια, με φυσικό ορυκτοβάμβακα ή πετροβάμβακα κατάλληλου πάχους. Για την επικάλυψη θερμικών γεφυρών σε αυτή την περίπτωση τοποθετείται το ίδιο υλικό, ανάμεσα στα στηρίγματα της υποκατασκευής του εσωτερικού χώρου της τελικής επένδυσης. Έτσι θα επιτύχουμε εξαιρετικά θερμικά χαρακτηριστικά τα οποία αποτρέπουν την απώλεια θέρμανσης και παρέχουν μια ενεργειακά αποδοτική κατασκευή, την αποτροπή υπερθέρμανσης της σκεπής το καλοκαίρι - υψηλότερη πυκνότητα του πετροβάμβακα προσφέρει μεγαλύτερη αφομοίωση της ζέστης και μειωμένες ανάγκες για κλιματισμό και αυξημένη πυροπροστασία του κτιρίου - άκαυστο υλικό με ιδιαίτερα υψηλή θερμοκρασία τήξης πάνω από 1000 °C για μεγάλη διάρκεια. Πρόκειται για την εξασφάλιση μίας κατασκευής που "αναπνέει" και με διαπερατότητα υδρατμών - εξαιτίας της ινώδους φύσης του υλικού, με ηχομόνωση καθώς θεωρείται εξαιρετικά απορροφητικό υλικό και καμία παραμόρφωση ή συρρίκνωση του μονωτικού υλικού , εξασφαλίζοντας διαρκή σταθερότητα του συστήματος (πηγή: knauf).

Για την εγκατάσταση της μόνωσης της στέγης, η κατάλληλη μόνωση, περιλαμβάνει το σχηματισμό ενός εξαεριζόμενου στρώματος πάνω από το θερμομονωτικό υλικό με τη βοήθεια του οποίου απομακρύνεται η υγρασία το χειμώνα και ο ζεστός αέρας το καλοκαίρι. Ο εξαερισμός μπορεί να είναι ως εξής:

- Έμμεσος, ο οποίος πραγματοποιείται με πηχάκια τοποθετημένα κατά μήκος των δοκών (κεραμίδια, πηχάκια και αδιάβροχη μεμβράνη-περατή από υδρατμούς)
- Άμεσος, ο οποίος διατηρεί κενό αέρα κάτω από τη δομή, σε επαφή με το μονωτικό υλικό (κάλυψη της οροφής, αδιάβροχη μεμβράνη, σανίδες, στρώμα αέρα)



Εικόνα 5.5 Αυτοφερόμενη πλάκα πετροβάμβακα, σταθερής πυκνότητας. (πηγή: knauf)

Η μόνωση της στέγης ολοκληρώνεται στις παρακάτω φάσεις:

- Κύρια μόνωση με σκοπό να επιτευχθεί θερμική, ακουστική προστασία και πυροπροστασία με φυσικό ορυκτοβάμβακα ή πετροβάμβακα, ο οποίος πρέπει να τοποθετηθεί ανάμεσα στους δοκούς. Για να είναι η μόνωση καλή οι πλάκες πρέπει να βρίσκονται η μία κοντά στην άλλη, γεμίζοντας ολόκληρο το κενό ανάμεσα στα δοκάρια: επιπλέον οι πλάκες πρέπει να κόβονται 1εκ. φαρδύτερες από το μικρότερο κενό των δοκών και να μην αφήνονται κενά.
- Εγκατάσταση σκελετού στερέωσης για την κατασκευή εσωτερικής επένδυσης.
- Τοποθέτηση ενός πρόσθετου στρώματος μόνωσης με φυσικό ορυκτοβάμβακα ή πετροβάμβακα ανάμεσα στα στοιχεία του σκελετού στερέωσης.

- Τοποθέτηση ενός φράγματος για τους υδρατμούς κολλημένο με ταινία, η οποία πρωτίστως έχει επικολληθεί σε σημεία κατά μήκος της υποκατασκευής του σκελετού στερέωσης.
- Κάλυψη του εσωτερικού με την επένδυση (γυψοσανίδες).

5.2.4 Επέμβαση στις Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Οι αλλαγές στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του κτηρίου αφορούν στην αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα LED. Οι τελευταίες τεχνολογίας λαμπτήρες και προβολείς LED, εξοικονομούν μέχρι και 80% ενέργεια σε σχέση με τους παλαιούς λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι συνδυάζουν υψηλή φωτεινότητα με πολύ μικρή κατανάλωση και ότι διαρκούν πολλά χρόνια. Επίσης δεν περιέχουν τοξικές ουσίες (πιστοποίηση RoHS) σε αντίθεση με τους λαμπτήρες φθορισμού και τους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας. Οι λάμπες Led κυκλοφορούν σε μοντέλα που ταιριάζουν σε όλα τα είδη ντουί και μπορούν να αντικαταστήσουν τους ήδη υπάρχοντες λαμπτήρες. Με τους

<u>Απόδοση λαμπτήρων σε lumen</u>				
				
Πυρακτώσεως <i>Incandescent</i>	Αλογόνου <i>Halogen</i>	Φθορισμού <i>Fluorescent</i>	Εξοικονόμησης <i>CFL</i>	LED
~12 lm/W	~20 lm/W	~50 lm/W	~55 lm/W	~80 lm/W
<u>Διάρκεια ζωής σε ώρες</u>				
750-1.000	750-1.000	20.000-30.000*	6.000-15.000	30.000-50.000

* μειώνεται όταν αναβοσβήνει πάνω από 2 φορές ημερησίως

Εικόνα 5.6 Απόδοση και διάρκεια ζωής διαφόρων ειδών λαμπτήρων (πηγή : www.oleng.eu)

λαμπτήρες LED, επιτυγχάνετε μείωση στο ρεύμα για φωτισμό από 50% έως 90%, δεδομένου ότι στο μοντέλο στρατοπέδου λαμβάνεται υπόψη ότι χρησιμοποιούνται λάμπες πυρακτώσεως και φθορισμού.

5.2.5 Αντικατάσταση Υπαρχόντων Λεβήτων με Αντλίες Θερμότητας και Τοποθέτηση ή Όχι Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης

Με τις σημερινές συνεχείς ανακατατάξεις στον τομέα της ενέργειας και τις ολοένα αυξανόμενες τιμές των συμβατικών καυσίμων, είναι πλέον φανερό πως το μέλλον στη θέρμανση ανήκει στις πιο εξελιγμένες, αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες. Πρώτη στον τομέα της θέρμανσης (και ψύξης), από άποψη οικονομοτεχνικών πλεονεκτημάτων, αναδεικνύεται η αντλία θερμότητας. Αν και λόγω του υψηλού κόστους αγοράς της θα ήταν δύσκολο να δοκιμαστεί, η εξοικονόμηση χρημάτων που επιτυγχάνεται είναι τέτοια που γρήγορα καθιερώθηκε ως το ιδανικότερο και πιο συμφέρον σύστημα θέρμανσης. Όσο και αν η τεχνολογία των αντλιών θερμότητας φαίνεται πρωτοποριακή, η αρχή λειτουργίας τους εφαρμόζεται ήδη στα συνήθη ψυγεία, καταψύκτες και στα κλιματιστικά.

Ενώ τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης βασίζονται ως επί το πλείστον στην καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή θερμότητας, οι αντλίες θερμότητας αέρα / νερού (τύπος που χρησιμοποιείται συνήθως) εκμεταλλεύονται την "ανεξάντλητη" θερμική ενέργεια του εξωτερικού αέρα που προέρχεται από τον ήλιο, την οποία μετατρέπουν σε θέρμανση του χώρου, με τη βοήθεια ενός μικρού ποσού ηλεκτρικής ενέργειας. Στην ουσία, η αντλία θερμότητας δεν παράγει θερμότητα αλλά τη μεταφέρει (την αντλεί) από το περιβάλλον προς το χώρο (ή το αντίστροφο κατά τη λειτουργία ψύξης), δαπανώντας και ένα ποσό ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να μεταφερθεί η θερμότητα από τη χαμηλή ενεργειακή στάθμη, δηλαδή το περιβάλλον, σε μια μεγαλύτερη, εσωτερικό κτιρίου, ενέργεια η οποία όμως είναι πολύ μικρότερη από αυτήν που θα δαπανούσαμε για να την παράγουμε και είναι της τάξης του 1/4 ή και λιγότερο σε σχέση με την ενέργεια που προσφέρει ο χώρος (πηγή: daikin).



Εικόνα 5.7 Ολοκληρωμένο σύστημα αεροθερμικής αντλίας θερμότητας (πηγή: idealklima).

Ο αριθμός που χαρακτηρίζει την απόδοση μιας αντλίας θερμότητας είναι βασικά ο ειδικός συντελεστής COP (Coefficient of Performance), που αποτελεί το λόγο της ισχύος που η αντλία προσδίδει στο χώρο προς την ισχύ που καταναλώνει. Οι αντλίες θερμότητας αέρα - νερού σήμερα χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό COP, που κυμαίνεται από 2,5 έως 4, που σημαίνει σε γενικές γραμμές ότι το σύστημα χρησιμοποιεί 1 kWh ηλεκτρικής ενέργειας για να παράγει 3 kWh θερμικής ενέργειας. Αυτός ο ειδικός βαθμός απόδοσης της αντλίας εξαρτάται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά της συσκευής, ενώ πρακτικά μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, δηλαδή αλλάζει κατά τη διάρκεια του έτους, και με την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου. Η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμού νερού για το ενδοδαπέδιο σύστημα, τα θερμαντικά σώματα, τα fan coils ή και για ζεστό νερό χρήσης. Σε υφιστάμενα κτίρια, οι αντλίες θερμότητας μπορούν και να συνδυαστούν με το υπάρχον σύστημα θέρμανσης, ενώ η ίδια αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ψύξη ή το δροσισμό μιας κατοικίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, καθώς ο κύκλος λειτουργίας της αντλίας μπορεί να αντιστραφεί ώστε να παρέχει ψύξη για όσο του ζητηθεί.

Τέλος παρά τα σημαντικά οικονομικά οφέλη μιας αντλίας θερμότητας υπάρχουν και άλλοι, μερικές φορές εξίσου σημαντικοί παράγοντες που την καθιστούν ελκυστική λύση, όπως η μηδαμινή

ανάγκη συντήρησης, ο μικρός απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης (χωρίς καπνοδόχο και αποθήκη καυσίμου) και φυσικά ότι πρόκειται για μια οικολογική συσκευή με ελάχιστους ρύπους. Πρόκειται λοιπόν για μια εύκολη στην εγκατάσταση, οικολογική επένδυση που αποδίδει. (Καρατζήμου,2014)

Τα χαρακτηριστικά που προτείνεται να διαθέτουν οι προς τοποθέτηση αντλίες θερμότητας, είναι τα εξής:

- Προστασία διάβρωσης.
- Δυνατότητα σύνδεσης με ηλιακά συστήματα.
- Ενισχυμένη μόνωση.
- Απουσία στάσιμου νερού.
- Κανέναν κίνδυνο για legionella.
- Μηδενικές επικαθήσεις.
- Απουσία δοχείου διαστολής.
- Μηδενική απώλεια νερού μέσω βαλβίδας ασφαλείας.
- Τέλεια διαστρωμάτωση.
- Ανοξειδωτο εναλλάκτη θερμότητας.
- Χαρακτηριστικά διαιρούμενου τύπου.
- Μικρές διαστάσεις εξωτερικής μονάδας.
- Μήκος σωλήνωσης έως 20m.
- Inverter.
- Ονομαστική ισχύς 2,5 kW.
- Ψυκτικό R410A.

Έτσι προτείνεται να αποξηλωθούν οι παλαιοί λέβητες, και οι παλαιοί καπναγωγοί. Επίσης θα αποξηλωθούν οι υπάρχουσες σωληνώσεις του συστήματος θέρμανσης των κτηρίων και τα υπάρχοντα θερμαντικά σώματα. Προβλέπεται η αντικατάσταση του παλαιού λέβητα με αντλίες θερμότητας για θέρμανση και ψύξη και με τοποθέτηση συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης ή με απλή αντικατάσταση των σωμάτων καλοριφέρ με νέα συμβατά με τις αντλίες για περιορισμό του κόστους.

5.2.6 Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Θερμοσίφωνων με Μπόιλερ Από τις Αντλίες Θερμότητας

Σε συνέχεια του παραπάνω, προτείνεται η καθολική αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμοσίφωνων καθώς κρίνονται περιττοί λόγω της λειτουργίας μπόιλερ από τις αντλίες θερμότητας και οι οποίες θα λειτουργούν παράλληλα με τους ηλιακούς συλλέκτες, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή ενεργειακή

εξοικονόμηση, σύμφωνα με την εκμετάλλευση της λειτουργίας των αντλιών.

5.2.7 Τοποθέτηση Ηλιακών Θερμοσίφωνων

Προτείνεται η τοποθέτηση στις νότιες όψεις των σκεπών των κτηρίων ηλιακών θερμοσίφωνικών στοιχείων, τα οποία θα συμβάλουν στη θέρμανση του νερού χρήσης, κυρίως τους θερινούς μήνες, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας.

Με την χρήση ενός ηλιακού θερμοσίφωνα επιτυγχάνεται από 40% έως 80% εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται καθαρά από την ποιότητα κατασκευής των συλλεκτών και του δοχείου του ηλιακού θερμοσίφωνα. Ένας καλός ηλιακός θερμοσίφοντας πρέπει να έχει:

- εξωτερική επένδυση από ανοδιωμένο αλουμίνιο, το οποίο είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό σε υγρά κλίματα, σε παραθαλάσσιες περιοχές και στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου.
- να έχει μανδύα (jacket) για το κλειστό κύκλωμα αντιψυκτικού υγρού, ώστε να λειτουργεί σωστά ακόμη και με παγωνιά και ταυτόχρονα να προστατεύει τους συλλέκτες από τα άλατα του νερού, τα οποία ως γνωστόν είναι υπεύθυνα για το βούλωμα των σωληνώσεων των συλλεκτών.
- να έχει υψηλής πυκνότητας μόνωση πολυουρεθάνης (πάχους τουλάχιστον 45-50 χιλιοστών), ώστε να εξασφαλίζει ζεστό νερό ακόμα και όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι -30°C (υπό το μηδέν).
- Η μεταλλική κατασκευή της δεξαμενής του να είναι πάχους 3 χιλιοστών και να είναι κατασκευασμένη σύμφωνα με το DIN 4800-5, ώστε να αντέχει σε υψηλές πιέσεις δικτύων.
- το δοχείο να είναι εσωτερικά επισμαλτωμένο με DURO GLASS. Αυτή η μέθοδος θεωρείται η πιο ενδεδειγμένη για την προστασία της δεξαμενής νερού.
- ο ηλιακός θερμοσίφοντας θα πρέπει να προσφέρει τη δυνατότητα προσθήκης εφεδρικού στοιχείου θέρμανσης, το οποίο να συνδέεται με το καλοριφέρ, επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερη οικονομία. Αυτοί είναι οι λεγόμενοι ηλιακοί θερμοσίφωνες τριπλής ενέργειας.
- οι ηλιακοί συλλέκτες θα πρέπει να διαθέτουν οπές εξαερισμού προς αποφυγή δημιουργίας εσωτερικών υδρατμών λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας, ιδιαίτερα τον

χειμώνα σε υγρά κλίματα. Οι υδρατμοί αυτοί δημιουργούν διάβρωση στον απορροφητή του συλλέκτη.

- ο απορροφητής και οι χαλκοσωλήνες του ηλιακού συλλέκτη να είναι συγκολλημένοι με την μέθοδο Ultrasonic (δηλαδή με υψίσυχνα), ώστε να επιτυγχάνεται απόλυτη μεταφορά της θερμότητας και ο ηλιακός συλλέκτης να έχει την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση.
- η επιλεκτική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη να είναι με επίστρωση τιτανίου (επιλεκτικοί συλλέκτες) και το γυαλί να είναι ειδικών κρυστάλλων (για ελαχιστοποίηση των επανακλάσεων της άμεσης ακτινοβολίας) και άθραυστο (SOLAR TEMPERED GLASS 4 χιλιοστών) για αντοχή στο χαλάζι.



Εικόνα 5.8 Ηλιακοί συλλέκτες συστήματος θερμοσίφωνα με την δεξαμενή νερού εσωτερική, σε ορεινή περιοχή.

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας πρέπει να είναι κλειστού κυκλώματος (λειτουργία με αντιψυκτικό υγρό) διότι αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα και έτσι προστατεύονται οι ηλιακοί συλλέκτες. Δεδομένου ότι βρισκόμαστε σε Κλιματική Ζώνη Γ, είναι βέβαιο ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα, που η θερμοκρασία θα πέσει κάτω των 0°C , το αντιψυκτικό υγρό δεν επιτρέπει στον θερμικό φορέα να παγώσει και έτσι προστατεύει τους συλλέκτες από το σπάσιμο των σωλήνων. Το όριο ζωής ενός ηλιακού θερμοσίφωνα καλής ποιότητας είναι μεταξύ 10 και 20 χρόνων, ανάλογα με την ποιότητα νερού και τη σωστή συντήρησή του. Όπως όλες οι συσκευές και μηχανές, έτσι και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες πρέπει να συντηρούνται, ώστε να μας εξασφαλίζουν καλή λειτουργία και απόδοση. Κάνοντας συντήρηση, σε τακτά διαστήματα, όπως αυτά

ορίζονται από την κατασκευάστρια εταιρεία, συντηρείται σωστά ο θερμοσίφωνας, ώστε να αντέξει στον χρόνο. Ένα ηλιακό σύστημα πρέπει να έχει τουλάχιστον δήλωση συμμόρφωσης προς τον ΕΛΟΤ (CE) και test report βαθμού απόδοσης από Διεθνές Αναγνωρισμένο Ινστιτούτο. Αυτό επηρεάζει την διάρκεια ζωής του.

5.3 Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων Μοντέλου Στρατοπέδου

Για τη βαθμονόμηση του κτιρίου, εισήχθησαν τα δεδομένα στο πρόγραμμα/λογισμικό του KENAK, σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, επιφάνειες κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων, όπως αυτά περιγράφηκαν αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2. Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών, προέκυψαν τα δεδομένα σε αντίστοιχες αναφορές λογισμικού, με βάση τις οποίες υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις, οι εκπομπές και ο διαχωρισμός αυτών, όπως αναλυτικά παρατίθενται παρακάτω. Σύμφωνα με τα στοιχεία και τις μελέτες, βάσει του KENAK, η υπάρχουσα ενεργειακή απόδοση των τριών τύπου κτηρίων, σε σύγκριση με το αντίστοιχο κτήριο αναφοράς, αντιστοιχεί στην Κατηγορία Ε και διαμορφώνεται όπως τα παρακάτω πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ).

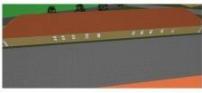


Εικόνα 5.9 Διαδικασία βαθμονόμησης κτηρίου μοντέλου στρατοπέδου (πηγή: λογισμικό KENAK).

5.3.1 Ενεργειακή Αλόδοση Κτηρίου Λόχων

Όπως παρατηρούμε και στο ΠΕΑ του κτηρίου, στο κάθε κτήριο από τα δύο (κτήρια 1 α και 1 β), τα οποία υπάγονται στην Κλιματική Ζώνη Γ, επιφάνειας 500 τ.μ. έκαστο, η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ισοδυναμεί με 520 kWh/m², έναντι 330 kWh/m² του κτηρίου αναφοράς και οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂ ισούται με 792 kg/m².

Σύμφωνα με την σελίδα 2 του ΠΕΑ, η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, ισούται με 220 kWh/m² για ηλεκτρική ενέργεια και 300 kWh/m² για πετρέλαιο. Η χρήση του πετρελαίου αφορά μόνο σε θέρμανση, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια κατανέμεται σε 21,4 kWh/m² για ψύξη, 150 kWh/m² για ζεστό νερό χρήσης και 48,6 kWh/m² για ανάγκες φωτισμού και λειτουργίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
ΚΤΗΡΙΑ ΛΟΧΩΝ			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	259032/2018	Αρ. Ασφαλείας:	D0XKH-W1YAM-YB4AD-J
Ημερομηνία Έκδοσης:	27/09/2018	Ημερομηνία Ισχύος:	27/09/2028
* Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: https://www.buildingcert.gr/checkCert.view			
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
"Κ3"			
Χρήση:	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΙΑΜΟΝΗ		
Κλιματική Ζώνη:	Γ		
Συνολική Επιφάνεια:	500		
Ωφέλιμη Επιφάνεια:	500		
Ενεργειακή κατηγορία:		Υφιστάμενη	Δυναμική
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:			
EP ≤ 0,33 R _R	A+		
0,33 R _R < EP ≤ 0,50 R _R	A		
0,50 R _R < EP ≤ 0,75 R _R	B+		B+
0,75 R _R < EP ≤ 1,00 R _R	B		
1,00 R _R < EP ≤ 1,41 R _R	Γ		
1,41 R _R < EP ≤ 1,82 R _R	Δ		
1,82 R _R < EP ≤ 2,27 R _R	E		E
2,27 R _R < EP ≤ 2,73 R _R	Z		
2,73 R _R < EP	H		
* Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση			
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*			
Κτηρίου αναφοράς [kWh/m ²]:		330	
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m ²]:		520	
Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου:			
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m ²]:		0.0	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m ²]:		0.0	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:		0.0	
Ετήσιες εκπομπές CO ₂ επιθεωρούμενου κτηρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg /m ²]:		792	
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg /m ²]:		0.0	
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

Εικόνα 5.10 ΠΕΑ Κτηρίου Λόχων (σελίδα 1 από 2)

Οι συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κάθε κτηρίου, διακρίνονται σε δύο σενάρια. Το μεν **Σενάριο Α** το οποίο από τις αναλυτικά προαναφερθείσες επεμβάσεις του Κεφαλαίου 5.2, περιλαμβάνει την τοποθέτηση εξωτερικής θερμοπρόσωψης, την αντικατάσταση κουφωμάτων, την μόνωση της στέγης, την αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού, την τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφωνικών στοιχείων και την τοποθέτηση αντλιών θερμότητας με ενδοδαπέδια θέρμανση και το **Σενάριο Β** το οποίο περιλαμβάνει την τοποθέτηση εξωτερικής θερμοπρόσωψης, την αντικατάσταση κουφωμάτων, την μόνωση της στέγης, την αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού, την τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφωνικών στοιχείων και την τοποθέτηση αντλιών θερμότητας

χωρίς ενδοδαπέδια θέρμανση αλλά, με αντικατάσταση σωμάτων καλοριφέρ με νέου τύπου συμβατά με τις αντλίες θερμότητας.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	259032/2018	Αρ. Ασφαλείας:	D0XKH-W1YAM-YB4AD-J

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική		21.4	150.0	48.6		100
Πετρέλαιο	300	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Ηλιακή	---	---	---	---	0.0	0
Βιομάζα	---	---	---	---	0.0	0
Γεωθερμία	---	---	---	---	0.0	0
Άλλη ΑΠΕ	---	---	---	---	0.0	0
Σύνολο	300	21.4	150.0	48.6	520	100.0

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

- συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία,
- πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ, ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΟΜΑΤΩΝ, ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ, ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ, ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜ. ΗΛΙΑΚΟΣ							
2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ, ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΟΜΑΤΩΝ, ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ, ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ, ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΝΕΑ ΣΩΜΑΤΑ, ΗΛΙΑΚΟΣ							
3. -----							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]			
1.	105335	302,6	58,19	0.1	11.4	96,3	B+
2.	82335	289,6	55,7	0.1	9.7	72,3	B+
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	??

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επιμέρους σύσταση και τα ποσά δεν αφορούνται. Όφελος για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.


Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Εικόνα 5.11 ΠΕΑ Κτηρίου Λόχων (σελίδα 2 από 2)

5.3.2 Ενεργειακή Απόδοση Διοικητηρίου

Στο ΠΕΑ του Διοικητηρίου (κτήριο 2), το οποίο ομοίως υπάγεται στην Κλιματική Ζώνη Γ, συνολικής επιφάνειας 240 τ.μ., διαπιστώνουμε ότι η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ισοδυναμεί με 471,1 kWh/m², έναντι 220,5 kWh/m² του

κτηρίου αναφοράς και οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂ ισούνται με 579 kg/m² .

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
ΚΤΗΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟΥ			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	259032/2018	Αρ. Ασφαλείας:	DOXKH-W1YAM-YB4AD-J
Ημερομηνία Έκδοσης:	27/09/2018	Ημερομηνία Ισχύος:	27/09/2028
* Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: https://www.buildingcert.gr/checkCert.view			
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:		ΓΡΑΦΕΙΑ	
Χρήση:	Γ		
Κλιματική Ζώνη:	Γ		
Συνολική Επιφάνεια:	240		
Ωφέλιμη Επιφάνεια:	240		
			
Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη		Δυννητική
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:			
EP ≤ 0,33 R _{th}	A+		
0,33 R _{th} < EP ≤ 0,50 R _{th}	A		
0,50 R _{th} < EP ≤ 0,75 R _{th}	B+		B+
0,75 R _{th} < EP ≤ 1,00 R _{th}	B		
1,00 R _{th} < EP ≤ 1,41 R _{th}	B-		
1,41 R _{th} < EP ≤ 1,82 R _{th}	C		
1,82 R _{th} < EP ≤ 2,27 R _{th}	D		E
2,27 R _{th} < EP ≤ 2,73 R _{th}	E		
2,73 R _{th} < EP	F		
* Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση			
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*			
Κτηρίου αναφοράς [kWh/m ²]:	220,5		
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m ²]:	471,1		
Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου:			
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m ²]:	0,0		
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m ²]:	0,0		
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:	0,0		
Ετήσιες εκπομπές CO ₂ επιθεωρούμενου κτηρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg /m ²]:	579		
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg /m ²]:	0,0		
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Άκουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input checked="" type="checkbox"/>
* Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.			

Εικόνα 5.12 ΠΕΑ Διοικητηρίου (σελίδα 1 από 2)

Σύμφωνα με την σελίδα 2 του ΠΕΑ, η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, ισούνται με 251,1 kwh/m² για ηλεκτρική ενέργεια και 220 kwh/m² για πετρέλαιο. Η χρήση του πετρελαίου αφορά μόνο σε θέρμανση, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια κατανέμεται σε 21,4 kwh/m² για ψύξη, 99 kwh/m² για ζεστό νερό χρήσης και 130,7 kwh/m² για ανάγκες φωτισμού και λειτουργίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Οι συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, διακρίνονται σε δύο σενάρια. Το μεν **Σενάριο Α** το οποίο από τις αναλυτικά προαναφερθείσες επεμβάσεις του Κεφαλαίου 5.2, περιλαμβάνει την τοποθέτηση εξωτερικής θερμοπρόσωψης, την

αντικατάσταση κουφωμάτων, την μόνωση της στέγης, την αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού, την τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφωνικών στοιχείων και την τοποθέτηση αντλιών θερμότητας με ενδοδαπέδια θέρμανση και το Σενάριο Β το οποίο περιλαμβάνει την τοποθέτηση εξωτερικής θερμοπρόσωψης, την αντικατάσταση κουφωμάτων, την μόνωση της στέγης, την αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού, την τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφωνικών στοιχείων και την τοποθέτηση αντλιών θερμότητας χωρίς ενδοδαπέδια θέρμανση αλλά με αντικατάσταση σωμάτων καλοριφέρ με νέου τύπου συμβατά με τις αντλίες θερμότητας.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	259032/2018	Αρ. Ασφαλείας:	D0XKH-W1YAM-YB4AD-J

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική		21.4	99	130.7	251.1	100
Πετρέλαιο	220	0.0		0.0	220.0	0
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Ηλιακή	---	---	---	---	0.0	0
Βιομάζα	---	---	---	---	0.0	0
Γεωθερμία	---	---	---	---	0.0	0
Άλλη ΑΠΕ	---	---	---	---	0.0	0
Σύνολο	220	21.4	99	130.7	471.1	100.0

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

*συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία.

*πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ,ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ,ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ, ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜ. ΗΛΙΑΚΟΣ							
2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ,ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ,ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ, ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΝΕΑ ΣΩΜΑΤΑ , ΗΛΙΑΚΟΣ							
3. -----							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]			
1.	105335	278,9	59,2	0.1	11.8	88,54	B+
2.	82335	202,8	43,0	0.1	10.1	52,13	B+
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	??

Οι συστάσεις είναι ηεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επιμέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ορίσμος για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.


Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Εικόνα 5.13 ΠΕΑ Διοικητηρίου (σελίδα 2 από 2)

5.3.3 Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίου Μαγειρείων-Εστιατορίων

Τέλος, στο ΠΕΑ του κτηρίου των εστιατορίων-μαγειρείων (κτήριο 3), το οποίο ομοίως υπάγεται στην Κλιματική Ζώνη Γ, συνολικής επιφάνειας 200 τ.μ., παρατηρούμε πως η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ισοδυναμεί με 410 kwh/m² , έναντι 240 kwh/m² του κτηρίου αναφοράς και οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂ ισούται με 260 kg/m² .

Σύμφωνα με την σελίδα 2 του ΠΕΑ, η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, ισούται με 310 kwh/m² για ηλεκτρική ενέργεια και 100 kwh/m² για πετρέλαιο. Η χρήση του πετρελαίου αφορά μόνο σε θέρμανση, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια κατανέμεται σε 21,4 kwh/m² για ψύξη, 80 kwh/m² για Ζεστό Νερό Χρήσης και 208,6 kwh/m² για ανάγκες φωτισμού και λειτουργίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
ΚΤΗΡΙΟ ΜΑΓΕΙΡΙΩΝ			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	259032/2018	Αρ. Ασφαλείας:	D0XKH-W1YAM-YB4AD-J
Ημερομηνία Έκδοσης:	27/09/2018	Ημερομηνία Ισχύος:	27/09/2028
• Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: https://www.buildingcert.gr/checkCert.view			
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:	*Κ2*		
Χρήση:	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ		
Κλιματική Ζώνη:	Γ		
Συνολική Επιφάνεια:	200		
Ωφέλιμη Επιφάνεια:	200		
			
Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη	Δυναμική	
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:			
EP ≤ 0,33 R _ε	A+		
0,33 R _ε < EP ≤ 0,50 R _ε	A		
0,50 R _ε < EP ≤ 0,75 R _ε	B+		B+
0,75 R _ε < EP ≤ 1,00 R _ε	B		
1,00 R _ε < EP ≤ 1,41 R _ε	B-		
1,41 R _ε < EP ≤ 1,82 R _ε	C		
1,82 R _ε < EP ≤ 2,27 R _ε	D		E
2,27 R _ε < EP ≤ 2,73 R _ε	E		
2,73 R _ε < EP	F		H
• Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση			
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*			
Κτήριο αναφοράς [kWh/m ²]:	240		
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m ²]:	410		
Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου:			
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m ²]:	0.0		
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m ²]:	0.0		
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:	0.0		
Ετήσιες εκπομπές CO ₂ επιθεωρούμενου κτηρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg /m ²]:	260		
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg /m ²]:	0.0		
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input checked="" type="checkbox"/>
* Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.			

Εικόνα 5.14 ΠΕΑ Εστιατορίων-Μαγειρείων (σελίδα 1 από 2)

Οι συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, διακρίνονται σε δύο σενάρια. Το μεν **Σενάριο Α** το οποίο από τις αναλυτικά προαναφερθείσες επεμβάσεις του Κεφαλαίου 5.2, περιλαμβάνει την τοποθέτηση εξωτερικής θερμοπρόσωψης, την αντικατάσταση κουφωμάτων, την μόνωση της στέγης, την αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού, την τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφωνικών στοιχείων και την τοποθέτηση αντλιών θερμότητας με ενδοδαπέδια θέρμανση και το **Σενάριο Β** το οποίο περιλαμβάνει την τοποθέτηση εξωτερικής θερμοπρόσωψης, την αντικατάσταση κουφωμάτων, την μόνωση της στέγης, την αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού, την τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφωνικών στοιχείων και την τοποθέτηση αντλιών θερμότητας

χωρίς ενδοδαπέδια θέρμανση αλλά με αντικατάσταση σωμάτων καλοριφέρ με νέου τύπου συμβατά με τις αντλίες θερμότητας.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	259032/2018	Αρ. Ασφαλείας:	D0XKH-W1YAM-YB4AD-J

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ένέργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	---	21.4	80.0	208.6	310	100
Πετρέλαιο	100	0.0	0.0	0.0	100.0	0
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Ηλιακή	---	---	---	---	0.0	0
Βιομάζα	---	---	---	---	0.0	0
Γεωθερμία	---	---	---	---	0.0	0
Άλλη ΑΠΕ	---	---	---	---	0.0	0
Σύνολο	100	21.4	0.0	208.6	410	100.0

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

- συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάστασής τους σε ενεργειακή κατηγορία,
- πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ,ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ,ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ,ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ,ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜ. ΗΛΙΑΚΟΣ							
2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ,ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ,ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ,ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ,ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΝΕΑ ΣΩΜΑΤΑ, ΗΛΙΑΚΟΣ							
3. -----							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]			
1.	53085,25	263,1	64,2	0,1	11,5	93,18	B+
2.	44585,25	190,9	46,6	0,1	10,7	58,4	B+
3.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	??

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος - ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Εικόνα 5.15 ΠΕΑ Εσπιατορίων-Μαγειρείων (σελίδα 2 από 2)

5.3.4 Υφιστάμενο Κόστος Χρήσης Κτηρίων

Η απαλήσεις σε ενέργεια κάθε κτηρίου, μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε οικονομικό κόστος. Για την μετατροπή αυτή, απαιτείται για την μεν χρήση πετρελαίου ο υπολογισμός αρχικά των

απαιτούμενων λίτρων αναλόγως της θερμογόνου ικανότητας των καυστήρων και βάσει της μέσης τιμής του πετρελαίου θέρμανσης ανά λίτρο και για τη δε ηλεκτρική κατανάλωση η μετατροπή της συνολικά καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας βάσει την μέση τιμή της kWh.

Στη χρήση του πετρελαίου, η αναγωγή που προαναφέρθηκε θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη ότι η θερμογόνος ικανότητα του, ισούται με 10,06 kWh/lit. Η μέση τιμή λίτρου πετρελαίου θέρμανσης για την περίοδο 2017-2018 ισοδυναμεί με 0,76 €, ενώ η τιμή της kWh αγγίζει το 0,102 €. Οι παραπάνω τιμές είναι προ ΦΠΑ, ειδικών φόρων και διαφόρων ρυθμιζόμενων χρεώσεων. Για την κοστολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης της χρήσης πετρελαίου σε ένα κτήριο, λαμβάνεται υπόψη ότι για την παραγωγή 1 kWh θερμικής ενέργειας, απαιτείται η καύση 0,264 kg πετρελαίου.

Πίνακας 5.2 Υφιστάμενες καταναλώσεις/Κόστος χρήσης

	Κτήριο Λόχων (Κτήριο 1 α)	Κτήριο Λόχων (Κτήριο 1 β)	Διοικητήριο (Κτήριο 2)	Εστιατόρια- Μαγειρεία (Κτήριο 3)	Σύνολο
Ενεργειακές Απαιτήσεις Πρωτογενούς Ενέργειας-Εκπομπές CO₂					
Ηλεκτρική (kwh/m²)	220	220	251,1	310	1001,1
Πετρέλαιο (kwh/m²)	300	300	220	100	920
Σύνολο (kwh/m²)	520	520	471,1	410	1921,1
Εκπομπές CO₂ (kg/m²)	792	792	579	260	2423
Ετήσια Πραγματική Κατανάλωση Ενέργειας					
Ηλεκτρική (kwh)	110000	110000	60264	62000	342264
Πετρέλαιο (kwh)	150000	150000	52800	20000	372800
Ποσότητα Πετρελαίου (lit)	14910	14910	5248	1988	37056
Σύνολο (kwh)	260000	260000	113064	82000	715064
Εκπομπές CO₂ (tn)	396	396	139	52	983

Ετήσιο Κόστος Χρήσης					
Ηλεκτρική (€)	11220	11220	6147	6324	34911
Πετρέλαιο (€)	11332	11332	3988	1510	28162
Σύνολο (€)	22552	22552	10135	7834	63073

5.4 Κοστολόγηση Επεμβάσεων

Το κόστος των προτεινόμενων επεμβάσεων, προκύπτει εάν λάβουμε υπόψη τις μετρήσεις και την αναλυτική περιγραφή των κτηρίων του Κεφαλαίου 3, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς και τις κατευθύνσεις των τριών ΠΕΑ στην κλιματική ζώνη «Γ» και τα ανώτατα όρια επιλέξιμων δαπανών ανά κατηγορία δαπάνης/ενεργειακών χαρακτηριστικών του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης της Ε.Ε. (ΕΣΠΑ 2014-2020). Στο παρακάτω κόστος, δεν συμπεριλαμβάνονται κόστη μελετών εφαρμογής, τεχνικών συμβούλων, μεταφορών, ενεργειακών επιθεωρήσεων και γενικά και απρόβλεπτα έξοδα και οφέλη εργολάβων, καθώς το ΥΠΕΘΑ, διαθέτει τις τεχνικές ειδικότητες, την τεχνογνωσία και τα μέσα για την ολοκλήρωση τέτοιας φύσεως και έκτασης μελετών. Συμπεριλαμβάνεται όμως το κόστος τοποθέτησης, το οποίο δεν δύναται να αποφευχθεί καθώς με τους κανόνες της αγοράς, αυτό συνεπάγεται τις εγγυήσεις των χρησιμοποιούμενων υλικών. Έτσι επιτυγχάνεται ακόμα μεγαλύτερο όφελος για την Υπηρεσία, μειώνεται ο χρόνος αποπληρωμής και διευκολύνεται η δέσμευση των αρχικών ποσών για την επένδυση, καθώς αυτά είναι συγκρατημένα προς τα κάτω. Τα κόστη ανά είδος εργασίας, ανά σενάριο αναβάθμισης και ανά κτήριο, φαίνονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5.3).

Πίνακας 5.3 Πίνακας κοστολόγησης επεμβάσεων ανά σενάριο

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΕΝΑΡΙΟ «Α»					ΣΕΝΑΡΙΟ «Β»				
	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1α)	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1β)	ΔΙΟΙΚΗΤΗ ΡΙΟ (2)	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΑ- ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ (3)	ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ «Α»	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1α)	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1β)	ΔΙΟΙΚΗΤΗ ΡΙΟ (2)	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΑ- ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ (3)	ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ «Β»
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΟΠΟΙΑΣ	17666,55	17666,55	13124,1	11370,15	59827,35	17666,55	17666,55	13124,1	11370,15	59827,35
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	15385,8	15385,8	9504	11589,6	51865,2	15385,8	15385,8	9504	11589,6	51865,2
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΥΡΩΝ	1323	1323	1223	2425,5	6294,5	1323	1323	1223	2425,5	6294,5
ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ	12500	12500	3000	500	28500	12500	12500	3000	500	28500
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ	6600	6600	1100	2200	16500	6600	6600	1100	2200	16500
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ- ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	360	360	750	300	1770	360	360	750	300	1770
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΜΠΟΙΛΕΡ ΚΑΙ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	51500	51500	23400	24700	151100					0
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΜΠΟΙΛΕΡ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ					0	28500	28500	12400	16200	85600
ΣΥΝΟΛΟ	105335,35	105335,35	52101,1	53085,25	315857,05	82335,35	82335,35	41101,1	44585,25	250357,05
ΦΠΑ 24%	20388	20388	10083	10274	61133	15936	15936	7955	8629	48456
ΚΑΘΑΡΗ ΑΞΙΑ	84948	84948	42017	42810	254723	66399	66399	33146	35956	201900
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΑΞΙΑΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ	254723				€	201900				€

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα κόστη των δύο σεναρίων προτεινόμενων επεμβάσεων. Το συνολικό κόστος, καθαρής αξίας αρχικής επένδυσης για το μεν σενάριο «Α», είναι **254723 €**, ενώ για το σενάριο «Β», είναι **201900 €**.

5.5 Εκτιμώμενα Οφέλη

Σύμφωνα λοιπόν με τις απαιτήσεις/καταναλώσεις που εξήχθησαν από την εφαρμογή του λογισμικού του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ για κάθε κτήριο, η εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, η εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής

Πίνακας 5.4 Ανώτατα όρια επιλέξιμων δαπανών ανά κατηγορία/υποκατηγορία δαπάνης παρέμβασης (πηγή: Εξοικονόμηση Κατ Οίκον II/ΕΣΠΑ 2014-2020).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ / ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ	ΑΝΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΑΠΑΝΗΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ (€/m ²)								
	I				II				
1. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ Συντελεστής Θερμοπερατότητας U [W/(m ² · K)]	2 ≤ U < 3,2				U < 2,0				
1.A1 Πλαίσιο αλουμινίου με υαλοπίνακα - Παράθυρο	370				440				
1.A2 Πλαίσιο αλουμινίου με υαλοπίνακα - Εξωστόθυρα	300				350				
1.B1 Πλαίσιο ξύλου με υαλοπίνακα - Παράθυρο	470				540				
1.B2 Πλαίσιο ξύλου με υαλοπίνακα - Εξωστόθυρα	390				440				
1.Γ1 Πλαίσιο PVC με υαλοπίνακα - Παράθυρο	250				270				
1.Γ2 Πλαίσιο PVC με υαλοπίνακα - Εξωστόθυρα	180				240				
1.Δ Μόνο υαλοπίνακες (Χωρίς αντικατάσταση πλαισίου)*	135				155				
1.E1 Εξωτερικό προστατευτικό φύλλο (σύστημα Κουτί-Ρολό, ή Εξώφυλλο)** * ** *	140								
1.E2 Λοιπά σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης*** ** *	25								
2. ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Θερμική Αντίσταση R[(m ² ·K)/W]	0,9 < R ≤ 1,8				R > 1,8				
2.A Θερμμόνωση δώματος	44				48				
2.B Θερμμόνωση στέγης ή οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμωμένη στέγη	17				25				
2.Γ1 Θερμμόνωση εξωτ. τοιχοποιίας, φέροντος οργανισμού, διαπέδου επί εδάφους επί πιαλής ή μη θερμαινόμενου χώρου, με επικάλυψη με συνθετικό ελιχρίσμα	45				55				
2.Γ2 Θερμμόνωση εξωτ. τοιχοποιίας, φέροντος οργανισμού, διαπέδου επί πιαλής, ή μη θερμαινόμενου χώρου, με επικάλυψη με ελαφρά πετάσματα	29				35				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ / ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ	ΑΝΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΑΠΑΝΗΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ (€/μονάδα)								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
3. ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ΨΥΞΗΣ Ισχύς P(kW)	P≤8	8<P≤12	12<P≤20	20<P≤35	35<P≤50	50<P≤100	100<P≤200	P>200	
3.A Σύστημα καυστήρα - λέβητα Πετρελαίου	4.500		6.400		8.300		11.000		
3.B Σύστημα καυστήρα - λέβητα Φυσικού Αερίου / Υγραερίου	2.500		3.500		5.900		11.000		
3.Γ Σύστημα Α/Θ (Θέρμανσης - Ψύξης / Ελάχιστη απαίτηση ενεργειακή σήμανση στους 55oC)	5.700	6.600	9.400	13.700	22.800	25.000			
3.Δ Σύστημα γεωθερμικής αντλίας θερμότητας	4.900	6.100	9.100	13.300	23.100	25.000			
3.E Σύστημα συμπαραγωγής Φ.Α. (ΣΗΘΥΑ)	14.000	21.000	25.000						
3.ΣΤ Σύστημα λέβητα βιομάζας - πελλέτας ξύλου/ Ενεργειακό τζάκι *	6.900		7.200		9.400		13.200		
3.Z Αντλίες θερμότητας αέρα - αέρα διαιρούμενου τύπου (split) για θέρμανση/ ψύξη χώρου ** (Κατηγορίες δαπάνης βάσει της ψφκτικής ισχύος split unit σε kW)	P≤2.6	2.6<P≤3.5	P>3.5						
3.H Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας συστήματος θέρμανσης *** ** *	850		1.100		2.000				
3.H Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας συστήματος θέρμανσης *** ** *	700€ ανά αίτηση με ανώτατο όριο 7.000€ για πολυκατοικία								
4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΝΧ									
4.A Ηλιακό θερμοσωφονικό σύστημα συλλέκτη - ταμιευτήρα αποθήκευσης ΖΝΧ *** ** *	1.100€ ανά αίτηση								
4.B Ηλιοθερμικό σύστημα συλλέκτη - ταμιευτήρα αποθήκευσης ΖΝΧ βεβιασμένης κυκλοφορίας*** ** *	3.000€ ανά αίτηση με ανώτατο όριο 6.000€ για πολυκατοικία								
4.Γ Ηλιοθερμικό σύστημα παραγωγής ΖΝΧ και υποβοήθησης θέρμανσης χώρου *** ** *	10.000€ ανά αίτηση με ανώτατο όριο 25.000€ για πολυκατοικία								
4.Δ Αντλία θερμότητας*** ** *	1.500€ ανά αίτηση								

και το εκτιμώμενο περιβαλλοντικό όφελος μείωσης των εκπομπών CO₂, ανά σενάριο, παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.5 Εκτιμήσεις ετήσιων οφελών ανά σενάριο προτεινόμενων επεμβάσεων σύμφωνα με τα ΠΕΑ.

	Κατηγορία Κτηρίων	Εκτιμώμενη Ετήσια Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh/m ²)	Εκτιμώμενο Ετήσιο Όφελος Εξοικονόμησης Ενέργειας (%)	Εκτιμώμενη Απλή Περίοδος Αποπληρωμής (έτη)	Εκτιμώμενη Ετήσια Μείωση Εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)
ΣΕΝΑΡΙΟ «Α»	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1 ^α)	302,6	58,19	11,4	96,3
	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1 ^β)	302,6	58,19	11,4	96,3
	ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ (2)	278,9	59,2	11,8	88,54
	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΑ-ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ (3)	263,1	64,2	11,5	93,18
	ΣΥΝΟΛΟ	1147,2	59,9 (Μ.Ο)	11,5 (Μ.Ο)	374,32
ΣΕΝΑΡΙΟ «Β»	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1 ^α)	289,6	55,7	9,7	72,3
	ΚΤΗΡΙΟ ΛΟΧΟΥ (1 ^β)	289,6	55,7	9,7	72,3
	ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ (2)	202,8	43,0	10,1	52,13
	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΑ-ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ (3)	190,9	46,6	10,2	58,4
	ΣΥΝΟΛΟ	972,9	50,3 (Μ.Ο)	9,9 (Μ.Ο)	255,13

Λαμβάνοντας υπόψη τα τετραγωνικά των κτηρίων και την μέση τιμή της kWh (0.102 €) και όπως παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 5.5, προκύπτει το υφιστάμενο ετήσιο κόστος χρήσης των εγκαταστάσεων, το οποίο ισούται με **63073€** και το εκτιμώμενο ετήσιο κόστος χρήσης του σεναρίου «Α» που ισοδυναμεί με **20013 €** και του «Β» που αντιστοιχεί σε **24674,9 €**. Αντίστοιχα παρουσιάζεται και η μειούμενη περιβαλλοντική επιβάρυνση, παράμετρος που είναι σημαντική και δεν πρέπει να θεωρείται ήσσονος σημασίας. Από τους **983 tn CO₂** της υφιστάμενης κατάστασης, μειώνουμε στους **444 tn**, σύμφωνα με το σενάριο «Α» και στους **616 tn**, σύμφωνα με το σενάριο «Β».

Εν κατακλείδι, επιτυγχάνεται ετήσιο οικονομικό όφελος 68,27% για το σενάριο «Α» και 60,88% για το σενάριο «Β». Ομοίως και στις μειώσεις των εκπομπών, το κέρδος στο σενάριο «Α» είναι της τάξεως του 54,8 %, ενώ για το σενάριο «Β», ισοδυναμεί με 37,3 %.

Πίνακας 5.6 Υφιστάμενο και εκτιμώμενα κόστη χρήσεων και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και ετήσια ποσοστά κέρδους και μείωσης εκπομπών.

	Υφιστάμενη Κατάσταση	Σενάριο«Α»	Σενάριο«Β»
Ετήσιο Κόστος Χρήσης (€)	63073	20013	24674,9
Ετήσιο Οικονομικό Όφελος (%)	0	68,27	60,88
Ετήσιες Εκπομπές CO₂ (tn)	983	444	616
Ετήσιο Ποσοστό Μείωσης Εκπομπών (%)	0	54,8	37,3

5.6 Χρηματοοικονομική Αξιολόγηση Σεναρίων Επεμβάσεων

Με βάση την χρηματοοικονομική ανάλυση και των κριτηρίων της ΚΠΑ και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης, η υλοποίηση ή μη του επενδυτικού σχεδίου και η πρόκριση του προτιμότερου, εκ των δύο, σεναρίου επεμβάσεων, δύναται να υπολογιστεί. Για την χρηματοοικονομική ανάλυση, όπως προαναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, ορίστηκε η διάρκεια ζωής της επένδυσης, στα 20 έτη και το επιτόκιο προεξόφλησης στο 7%, λόγω του ότι η εν λόγω επένδυση είναι δημοσίου χαρακτήρα. Για το χρονικό αυτό διάστημα, θεωρείται πως η Υπηρεσία δεν θα απαιτηθεί να κάνει οποιαδήποτε επέμβαση,

ακόμα και λόγω φθοράς, καθώς αυτές καλύπτονται από την εγγύηση καλής εκτέλεσης και λειτουργίας των κατασκευαστών. Απαιτείται μόνο το κόστος συντήρησης και καλής λειτουργίας, το οποίο έχει αναλυθεί προηγουμένως και καταναμημένο ανά έτος, ισοδυναμεί με 7800 €, για όλα τα Η/Μ συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν (συντήρηση θερμοσίφωνων, αντλιών θερμότητας, φωτιστικά σώματα). Η υπολειμματική δε αξία αυτής, δεν περιλαμβάνεται στην ανάλυση, καθώς η όλη μελέτη αφορά σε Δημόσια Κτήρια, τα οποία θεωρείται ότι δεν πρόκειται να πουληθούν. Τέλος στο κόστος της επένδυσης, συμπεριλήφθη το κόστος προμήθειας και τοποθέτησης των υλικών μόνο και όχι τα επιπλέον κόστη μελετών, τεχνικών συμβούλων, απρόβλεπτων δαπανών εργολαβιών και ενεργειακών επιθεωρήσεων καθώς το ΥΠΕΘΑ διαθέτει τέτοιο καταρτισμένο τεχνικό προσωπικό, έτσι ώστε τα ανωτέρω, να τα εκτελέσει με ίδια μέσα και να συμπίψει το κόστος επένδυσης προς τα κάτω και ισοδυναμεί, για το μεν σενάριο «Α», με 254723€, ενώ για το σενάριο «Β», με 201900 €.

Με δεδομένο το επιτόκιο προεξόφλησης 7%, το οικονομικό όφελος επεμβάσεων συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση, είναι 43060 € για το σενάριο «Α» και 38398,10€ για το το σενάριο «Β», ενώ το ετήσιο κόστος συντήρησης και στα δύο σενάρια ισούται με 7800€. Έτσι, προκύπτουν οι δύο ταμειακές ροές των επενδυτικών σεναρίων, που είναι η διαφορά της εξοικονόμησης ενέργειας με το κόστος συντήρησης, δηλαδή :

Ταμειακή ροή : ταμειακή εισροή - ταμειακή εκροή

Για το σενάριο «Α», $43060\text{€} - 7800\text{€} = 35260\text{€}$ για κάθε χρόνο, για 20 χρόνια.

Για το σενάριο «Β», $38398,10\text{€} - 7800\text{€} = 30598,1\text{€}$ για κάθε χρόνο, για 20 χρόνια.

Πίνακας 5.7 Πίνακας χρηματοοικονομικής ανάλυσης πρώτης δεκαετίας

ΣΕΝΑΡΙΟ Α												
Έτη		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Απαιτούμενο Κεφάλαιο		254.723,00 €										
Εξοικονόμηση Κόστους Ενέργειας			43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €
Ετήσιο Κόστος Συντήρησης			7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €
Ετήσιο Οικονομικό Όφελος		- 254.723,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €
Προεξοφλημένη Ταμειακή Ροή			32.953,27 €	30.797,45 €	28.782,66 €	26.899,69 €	25.139,89 €	23.495,23 €	21.958,16 €	20.521,64 €	19.179,10 €	17.924,40 €
"Ισοζύγιο"			- 221.769,73 €	- 190.972,28 €	- 162.189,62 €	- 135.289,93 €	- 110.150,04 €	- 86.654,81 €	- 64.696,66 €	- 44.175,01 €	- 24.995,91 €	- 7.071,51 €
Επιτόκιο Προεξόφλησης	7%											
Καθαρή Παρούσα Αξία	111.048,54 €											
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	13%											
ΣΕΝΑΡΙΟ Β												
Έτη		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Απαιτούμενο Κεφάλαιο		201.900,00 €										
Εξοικονόμηση Κόστους Ενέργειας			38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €
Ετήσιο Κόστος Συντήρησης			7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €
Ετήσιο Οικονομικό Όφελος		- 201.900,00 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €
Προεξοφλημένη Ταμειακή Ροή			28.596,36 €	26.725,57 €	24.977,16 €	23.343,14 €	21.816,02 €	20.388,81 €	19.054,96 €	17.808,37 €	16.643,34 €	15.554,52 €
"Ισοζύγιο"			- 173.303,64 €	- 146.578,08 €	- 121.600,92 €	- 98.257,77 €	- 76.441,75 €	- 56.052,94 €	- 36.997,98 €	- 19.189,61 €	- 2.546,27 €	13.008,25 €
Επιτόκιο Προεξόφλησης	7%											
Καθαρή Παρούσα Αξία	114.258,60 €											
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	14%											

Πίνακας 5.8 Πίνακας χρηματοοικονομικής ανάλυσης δεύτερης δεκαετίας

ΣΕΝΑΡΙΟ Α												
Έτη			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Απαιτούμενο Κεφάλαιο		254.723,00 €										
Εξοικονόμηση Κόστους Ενέργειας			43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €	43.060,00 €
Ετήσιο Κόστος Στήριξης			7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €
Ετήσιο Οικονομικό Όφελος		- 254.723,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €	35.260,00 €
Προεξοφλημένη Ταμειακή Ροή			16.751,77 €	15.655,86 €	14.631,65 €	13.674,44 €	12.779,85 €	11.943,78 €	11.162,41 €	10.432,16 €	9.749,68 €	9.111,85 €
"Ισοζύγιο"			9.680,26 €	25.336,12 €	39.967,77 €	53.642,20 €	66.422,05 €	78.365,83 €	89.528,24 €	99.960,40 €	109.710,09 €	118.821,94 €
Επιτόκιο Προεξόφλησης	7%											
Καθαρή Παρούσα Αξία		111.048,54 €										
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	13%											
ΣΕΝΑΡΙΟ Β												
Έτη		0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Απαιτούμενο Κεφάλαιο		201.900,00 €										
Εξοικονόμηση Κόστους Ενέργειας			38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €	38.398,10 €
Ετήσιο Κόστος Στήριξης			7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €	7.800,00 €
Ετήσιο Οικονομικό Όφελος		- 201.900,00 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €	30.598,10 €
Προεξοφλημένη Ταμειακή Ροή			14.536,94 €	13.585,92 €	12.697,12 €	11.866,47 €	11.090,16 €	10.364,64 €	9.686,57 €	9.052,87 €	8.460,63 €	7.907,13 €
"Ισοζύγιο"			27.545,19 €	41.131,11 €	53.828,23 €	65.694,70 €	76.784,86 €	87.149,50 €	96.836,07 €	105.888,95 €	114.349,58 €	122.256,71 €
Επιτόκιο Προεξόφλησης	7%											
Καθαρή Παρούσα Αξία		114.258,60 €										
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	14%											

Άμεση σχέση με την ταμειακή ροή έχει και η προεξοφλημένη ταμειακή ροή, η οποία υπολογίζει το σύνολο των καθαρών ταμειακών ροών καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου, στην περίπτωση μας τα 20

έτη, και τις ανάγει στην αξία του χρήματος τη χρονική στιγμή έναρξης του έργου ή διαφορετικά είναι η διαδικασία υπολογισμού της Παρούσας αξίας μιας χρηματοροής που θα προκύψει στο χρόνο t με βάση ένα επιτόκιο προεξόφλησης. Η καθαρή παρούσα αξία για το μεν σενάριο «Α», είναι 111048,54€ και για το «Β», είναι 114258,6 € και οι αντίστοιχοι εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης είναι 13 % και 14 % αντίστοιχα. Σους πίνακες τέλος, παρατηρούμε πως το αρχικό κόστος επένδυσης θα αποσβέσει για το σενάριο «Α» στα τέλη του δέκατου έτους, και για το «Β» στα τέλη του ένατου έτους.

Με βάση τα παραπάνω προκρίνεται ως βέλτιστη λύση, η επιλογή του σεναρίου «Β», καθώς, αν και δεν παρουσιάζει καλύτερο βαθμό εσωτερικής απόδοσης, αποσβένει το αρχικό ποσό επένδυσης νωρίτερα κατά ένα έτος, απαιτεί μικρότερο ποσό αρχικής επένδυσης κατά 50000€, ποσό που είναι δύσκολο να δεσμευτεί την παρούσα περίοδο και στο τέλος της εικοσαετίας, παρουσιάζει ισορροπημένο ισοζύγιο και σχεδόν ταυτόσημη ταμειακή ροή. Επίσης μειώνει αισθητά την περιβαλλοντική επιβάρυνση, με μικρή απόκλιση από το σενάριο «Α» και αναβαθμίζει το σύνολο των κτηρίων που μελετώνται στην ενεργειακή κατηγορία B+, επιτυγχάνοντας τον στόχο και τις δεσμεύσεις του ΚΕΝΑΚ.

5.7 Συμπεράσματα

Μετά την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και την οικονομοτεχνική προσέγγιση, απορρέουν οι κάτωθι διαπιστώσεις και συμπεράσματα:

- Σύμφωνα με τις μετρήσεις και τα δεδομένα που λήφθηκαν υπόψη, και τα τέσσερα κτήρια υπάγονται στην ενεργειακή κατηγορία «E» και χρήζουν παρεμβάσεων. Και στα δύο σενάρια προτεινόμενων επεμβάσεων η διαμορφωθείσα ενεργειακή κατηγορία θα είναι η «B+».

- Με την υιοθέτηση και των δύο σεναρίων, υπάρχει συμμόρφωση με το Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο για τα δημόσια κτήρια, όπως αυτό έχει επηρεάσει και διαμορφώσει και τον ΚΕΝΑΚ.

- Το ΥΠΕΘΑ, με την επέκταση της υιοθέτησης τέτοιων μέτρων και δράσεων συνεχίζει να συμμορφώνεται και να συμπορεύεται με τους διεθνείς οργανισμούς, των οποίων είναι μέλος, επιδεικνύοντας συνέπεια στις διεθνείς δεσμεύσεις.

- Το Ελληνικό Κράτος, μειώνει έτσι τις λειτουργικές δαπάνες και την περιβαλλοντική επιβάρυνση, γεγονός που αποτελεί διαχρονική δέσμευση και απαίτηση των εταίρων στην Ευρωπαϊκή και παγκόσμια κοινότητα, αλλά πρωτίστως των εξωτερικών δανειστών.

- Η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης για χρονικό ορίζοντα 20 ετών ισοδυναμεί με 111048,54€ και 114258,6 €, για τα σενάρια «Α» και «Β» αντίστοιχα και οι αντίστοιχοι εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης είναι 13 % και 14 % αντίστοιχα.

- Το εκτιμώμενο κόστος των προτεινόμενων επεμβάσεων ανέρχεται στα 254723€ για το σενάριο «Α», ενώ για το σενάριο «Β» στα 201900 €, ήτοι 170 και 140€/m² αντίστοιχα, όταν το κόστος κατασκευής νεόδμητων όμοιας χρήσης κτηρίων, ανέρχεται στα 1400€/m².

- Η Υπηρεσία αποδεσμεύεται τελείως από την χρήση πετρελαίου (πλην κίνησης), ορυκτό καύσιμο με αρκετά υψηλό ενεργειακό αποτύπωμα, το οποίο παρουσιάζει σταθερή αύξηση τιμής την τελευταία δεκαετία.

- Στην παρούσα μελέτη, δεν έχει ληφθεί υπόψη το κέρδος από την αξιοποίηση των παλιών υλικών και δεν περιλαμβάνεται η υπολειμματική αξία της επένδυσης, καθώς η όλη μελέτη αφορά σε Δημόσια Κτήρια, τα οποία θεωρείται ότι δεν πρόκειται να πουληθούν.

- Το ετήσιο κόστος χρήσης είναι μειωμένο κατά 68,27% και 60,88 αντίστοιχα για τα δύο σενάρια.

- Στη διαμόρφωση του κόστους δεν έχουν υπολογιστεί τυχόν επιβολές προστίμων μη συμμόρφωσης, λόγω περιβαλλοντικής επιβάρυνσης (ο ρυπαίνων πληρώνει), που δύναται να θεσμοθετηθούν μετά το 2020, με αλλαγή νομοθεσίας.

- Η μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας θα ανέλθει στα 54,8% και 37,3% για το σενάριο «Α» και «Β» αντίστοιχα.

Υφιστάμενη Κατάσταση

- 983 tn, εκπομπές CO₂
- 1971.1 kWh/m², ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας
- 63073€, ετήσιο κόστος λειτουργίας
- «E», ενεργειακή κατηγορία κτηρίων
- Υψηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας
- Δυσχερής διαβίωση και εργασία προσωπικού
- Υψηλές λειτουργικές δαπάνες
- Μη συμμόρφωση με εθνικές και διεθνείς δεσμεύσεις



Νέα Διαμορφωθείσα Κατάσταση

- 616 tn, εκπομπές CO₂
- 998,2 kWh/m², ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας
- 24674,9€, ετήσιο κόστος λειτουργίας
- «B+», ενεργειακή κατηγορία κτηρίων
- Χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας
- Αναβάθμιση συνθηκών διαβίωσης και εργασίας προσωπικού
- Μετριασμένες λειτουργικές δαπάνες
- Απόλυτη συμμόρφωση με εθνικές και διεθνείς δεσμεύσεις-εθνική συνέπεια και κύρος

• Αντιμετωπίζοντας την επένδυση με στοιχεία πατερναλισμού, αντιλαμβανόμαστε ότι ανεξαρτήτως οικονομικού οφέλους, η εκτέλεση της έχει θετικό κοινωνικό αντίκτυπο στο ευρύτερο σύνολο, αποτελεί επένδυση για τις επόμενες γενιές και αναβαθμίζει κάθετα τις συνθήκες εργασίας και διαβίωσης των στελεχών και οπλιτών θητείας,

που εργάζονται και διαβιούν εντός του φανταστικού μοντέλου στρατοπέδου.

- Οι εκπεμπόμενοι 983 tn CO₂ της υφιστάμενης κατάστασης, μειώνονται στους 444 tn, σύμφωνα με το σενάριο «Α» και στους 616 tn, σύμφωνα με το σενάριο «Β».

Από την παραπάνω παρουσίαση των κριτηρίων αξιολόγησης της επένδυσης καταλήγουμε στο ότι αυτή και στα δύο σενάρια, είναι συμφέρουσα, εφόσον σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα αποσβένει το αρχικό κόστος επένδυσης και θεωρείται απαραίτητη, αφού βελτιώνει την ποιότητα της ζωής τόσο των άμεσα εμπλεκόμενων ατόμων, όσο και των έμμεσα εμπλεκόμενων μέσω της μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας. Ως προτιμότερη λύση, προκρίνεται το σενάριο «Β», το οποίο, αν και δεν εμφανίζει καλύτερο βαθμό εσωτερικής απόδοσης, αποσβένει όμως το αρχικό ποσό επένδυσης νωρίτερα κατά ένα έτος, απαιτεί μικρότερο ποσό αρχικής επένδυσης κατά 50000€ και εν τέλει, παρουσιάζει ισορροπημένο ισοζύγιο και σχεδόν ταυτόσημη ταμειακή ροή με το σενάριο «Α» και επιτυγχάνει εξίσου την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων σε κατηγορία B+, με πολύ ικανοποιητικό περιβαλλοντικό όφελος.

Βιβλιογραφία

Ανδρουτσόπουλος Α., Κορωνάκη Ε., Πολυμενόπουλος Γ., «Παράμετροι επίδρασης της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια», Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (ΠΣΔΜΗ), Αθήνα, 16-18 Μαΐου 2007.

Αραβαντινός Δ. (2009) . "Οικοδομικές επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος νέων και υφιστάμενων κτιρίων για τη βελτίωση της θερμικής τους συμπεριφοράς". Σημειώσεις για το μικρής διάρκειας σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας με γενικό τίτλο "Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων". ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας.

Αραβαντινός Δ., Τσακίρης Ν., Γιάρμα Χρ., «Μετρικοί έλεγχοι της θερμικής συμπεριφοράς δομικών στοιχείων σε θέσεις θερμογεφυρών και προτάσεις βελτιωτικών επεμβάσεων», 1ο πανελλήνιο συνέδριο «δομικών υλικών και στοιχείων», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 21-23 Μαΐου 2008, πρακτικά συνεδρίου, τόμος Β'.

Αραβαντινός Δ. «Η θερμομόνωση των κτηρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2015.

Αραβαντινός Δ. «Το φράγμα υδρατμών στην εξωτερική τοιχοποιία», «Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονική Έκδοση Τ.Ε.Ε.», περιοχή Ι, ISSN 1106-4935, τόμος 15, τεύχος 1-3, σελ. 45-58, Ιανουάριος - Δεκέμβριος 1995.

Αραβαντινός Δ., «Το φράγμα υδρατμών στην εξωτερική τοιχοποιία», «Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονική Έκδοση Τ.Ε.Ε.», περιοχή Ι, ISSN 1106-4935, τόμος 15, τεύχος 1-3, σελ. 45-58, Ιανουάριος-Δεκέμβριος 1995.

Αραβαντινός Δ., «Η θερμομόνωση των κτηρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2009.

Αραβαντινός Δ., «Υδροπροστασία κτηρίων», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2007.

A.E ALUMINCO, [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.aluminco.com/el/> [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2018].

A.E ALUMIL S.A., [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.alumil.com/>[Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2018]. Βαζαίος, Ε. «Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας – Υπολογισμός και Σχεδίαση Συστημάτων». Γ' έκδοση, Αθήνα, 1987.

Βασιλείου Ε., Μπόρα Σ. “Εγκατάσταση κλιματισμού με δυνατότητα ανάκτησης θερμότητας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης”, Πτυχιακή Εργασία, Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, 2005.

“Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής ΚΑΠΕ και Ευρωπαϊκή Επιτροπή”, Γενική Διεύθυνση για την Ενέργεια και τις Μεταφορές, 2002.

Γενικό Επιτελείο Στρατού/Στρατιωτική Επιθεώρηση [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.army.gr/default.php?pname=newStratErith> [Πρόσβαση Μάρτιος 2018].

Γενικό Επιτελείο Στρατού/ΤΥΕΣ (2016), «Τα ξεχασμένα φυλάκια της Ε/Α μεθορίου».

“Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων”, ΕΛΟΤ 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, 16 Δεκεμβρίου 2002. Εγχειρίδιο EPA-Nr (<http://www.epa-nr.org/>).

E.A. IDEALKLIMA, [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.idealklima.gr/daikin-antlia-thermotitas-zestou-nerou-xrissi/>[Πρόσβαση Αύγουστος 2018].

ΕΜΥ, Κλιματικά Δεδομένα Ιωαννίνων από Επιλεγμένους Μετεωρολογικούς Σταθμούς, [Ηλεκτρονικό] Available at: http://www.hnms.gr/emy/el/climatology/climatology_city?perifereia=Epirus&poli=Ioannina [Πρόσβαση Αύγουστος 2018].

“Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων”, Τεχνική οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2010), Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιούνιος 2010.

Ιωάννινα, Γεωγραφική θέση-Κλίμα, ioannina.uoi.gr, [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://ioannina.uoi.gr/town/index.html> [Πρόσβαση Αύγουστος 2018].

Κακάτσιος Ι. Ξενοφών , Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π., «Μεταφορά Θερμότητας», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Επανέκδοση 2004

Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ. (2004). "Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων". Σημειώσεις μαθήματος "Οικονομική του Περιβάλλοντος". ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη". ΕΜΠ.

Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ. (2004). "Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων". Σημειώσεις μαθήματος "Οικονομική του Περιβάλλοντος". ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη". ΕΜΠ.

Καλιαμπάκος Δ., Γιαννακοπούλου Στ., Κατσουλάκος Ν. (2011). "Εισαγωγή στο Περιβάλλον και την Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών". Σημειώσεις μαθήματος "Εισαγωγή στο Περιβάλλον και την Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών". ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών". ΕΜΠ.

Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2010.

“Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων”, Φ.Ε.Κ. 362 τεύχος Δ', 4 Ιουλίου 1979.

Καρατζήμου Π. «Ενεργειακή Αναβάθμιση Ορεινών Ξενώνων, Μελέτη Περίπτωσης στο Δ.Κ. Διλόφου, Δ.Ε. Ζαγορίου » Διπλωματική Εργασία ΔΠΜΣ ΕΜΠ, Μέτσοβο 2014.

Κατσουλάκος Ν. (2013). "Βέλτιστη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις ορεινές περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου". Διδακτορική διατριβή. ΕΜΠ - Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών. Αθήνα

Κοντορούλης Γ., “Ενεργειακός-βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2005. Κουτσούμπα Χ., «Εξοικονόμηση ενέργειας σε κατοικίες» DT2010-0129 Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, 2010.

Λεβέντη Α. «Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια-Ανάπτυξη μοντέλου τεχνοοικονομικής αξιολόγησης-Εφαρμογή στο Κτήριο Λαμπαδάρου του ΕΜΠ.» Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ, Μάρτιος 2012.

Μαυρίδης Γ., Μιχαηλίδης Χ., «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ», Διπλωματική Εργασία Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ., 2008.

“Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις”, Νόμος 3661/19-05-2008.

Μουστάκα Αν., «Η επιρροή του κελύφους των κτιρίων στην ενεργειακή τους κατανάλωση: Μελέτη του κτιρίου εδρών της πολυτεχνικής σχολής του ΑΠΘ», Διπλωματική Εργασία Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, 2007.

Μπαλαράς Κ.Α., Γάγλια Α.Γ., «Εξοικονόμηση Ενέργειας-Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτιρίων, Εφαρμογή Ευρωπαϊκών Μεθοδολογιών και Λογισμικών Βελτίωσης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων», ΤΕΕ, Αθήνα 2009.

Μπούρκας Π.Δ., «Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων», Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1998.

Νόμος 4122/2013 «Ενεργειακή απόδοση κτηρίων – Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 42)

Ντοκόπουλος Π., «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών», Εκδόσεις Ζήτη, 1η έκδοση, Ιανουάριος 2005.

Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση), L 153/13

Οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Δεκεμβρίου 1988 για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών

διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά στα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών, ΕΕΕΚ L 40, 11.2.1989, 1989.

Οδηγός Εφαρμογής Προγράμματος Εξοικονόμηση Κατ Οίκον/ ΙΙ (ΕΣΠΑ 2014-2020), Αθήνα 1^η Τροποποίηση, Μάρτιος 2018

Όμιλος KNAUF, [Ηλεκτρονικό] Available at: www.knauf.gr/ [Πρόσβαση Αύγουστος 2018].

Όμιλος DAIKIN HELLAS, [Ηλεκτρονικό] Available at: https://www.daikin.gr/el_gr/products.html [Πρόσβαση Αύγουστος 2018].

Παναγιωτακόπουλος Χ. Δημήτριος, «Συστημική μεθοδολογία και τεχνική οικονομική», Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη 2005.

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://eclass.uoa.gr>, [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2018].

Σαγιά Α., Καθηγήτρια Σχολής Μηχανολόγων μηχανικών ΕΜΠ, «Διαχείριση Ενέργειας», Αθήνα 2010.

Σαγιά Α., Καθηγήτρια Σχολής Μηχανολόγων μηχανικών ΕΜΠ, «Συσκευές και Εγκαταστάσεις Θερμικών Διεργασιών», Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2010.

Σαγιά Α., Καθηγήτρια Σχολής Μηχανολόγων μηχανικών ΕΜΠ, Μάθημα : «Εισαγωγή στις Τεχνολογίες Προστασίας του Περιβάλλοντος», Σημειώσεις Μαθήματος Ακ. Έτους 2016-2017.

Σούλης Ν.Β. (1994), «Το κλίμα της Ηπείρου», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Το Γεωπονικό, Το κλίμα του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων σε μία σελίδα, Παπαζής Γεώργιος, [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.papazis.gr/khresima/to-klima-se-mia-selida/lekanopediou-ioanninon/> [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2018].

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ “Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης” Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2010 Α’ Έκδοση.

Υπουργείο Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας, [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.fuelprices.gr/deltia_d.view [Πρόσβαση
Σεπτέμβριος 2018].

ΥΠΕΚΑ (2012). "Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός : οδικός χάρτης για
το 2050". Συνοπτική παρουσίαση. Αθήνα.

Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, [Ηλεκτρονικό] Available at:
www.mod.mil.gr/mod/el/content/show/o/A31407 [Πρόσβαση
Αύγουστος 2018].

Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, [Ηλεκτρονικό] Available at:
<http://www.greenarmedforces.mil.gr/index.php/> [Πρόσβαση
Σεπτέμβριος 2018].

Φορέας Επιθεώρησης, Πιστοποίησης και Εκπαίδευσης TÜV HELLAS
(TÜV NORD), [Ηλεκτρονικό] Available at:
<https://www.tuvaustriahellas.gr/>[Πρόσβαση Ιούλιος 2018].