



## **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ  
ΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ"**

**"ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΟΡΕΙΝΩΝ  
ΞΕΝΩΝΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ Δ.Κ.  
ΔΙΛΟΦΟΥ, Δ.Ε. ΖΑΓΟΡΙΟΥ"**



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

**ΠΕΛΑΓΙΑ ΚΑΡΑΤΖΗΜΟΥ,**  
διπλ/χος πολιτικός μηχανικός

**Περιβάλλον**

**και**

**Ανάπτυξη**

**Τριμελής επιτροπή :**  
Καλιαμπάκος Δ., Σαγιά - Στέγγου Α., Δαμίγος Δ.

Μέτσοβο, 2014



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

*Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων φοίτησης στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών" στη σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.*

*Αντικείμενο μελέτης της εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας αντικατάστασης του υπάρχοντος συστήματος θέρμανσης ορυκτού καυσίμου (πετρέλαιο), με αντλία θερμότητας στον ξενώνα "ΓΑΙΑ", που βρίσκεται στην ορεινή περιοχή του Δίλοφου Ζαγορίου, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ για την ενεργειακή του ταυτότητα και η προοπτική υλοποίησής του βάσει επενδυτικού σχεδίου (business plan).*

*Την επίβλεψη της εργασίας ανέλαβε ο Καθηγητής της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, κ. Δημήτρης Καλιαμπάκος, τον οποίο και ευχαριστώ εκ βαθέων για την άριστη συνεργασία μας τόσο κατά τη διάρκεια παραμονής της ομάδας μου στο Μέτσοβο, όσο και εξ' αποστάσεως. Η ελευθερία επιλογών για τη διαμόρφωση του θέματος, η ουσιαστική συμπαράστασή του εν μέσω κρίσης να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή, αλλά και οι ατελείωτες ώρες υποστήριξης κατά τη διάρκεια των σπουδών μου θα με ακολουθούν σε όλη τη ζωή μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ και στους καθηγητές μου κ. Δ. Δαμίγο και κ. Α. Στέγγου - Σαγιά που με τίμησαν με τη συμμετοχή τους ως επιτροπή εξέτασης της διπλωματικής αυτής εργασίας.*

*Πέρα από τη συμπαράσταση των καθηγητών, δε θα μπορούσα να παραλείψω τον φίλο και συμμετόχο στις απορίες της εργασίας, αλλά και στα γλέντια στο Μέτσοβο, Διδάκτορα Ε.Μ.Π. Νίκο Κατσουλάκο για την πολύτιμη βοήθεια του και τη μύηση στον κόσμο των ενεργειακών, οικονομικών και μουσικών του γνώσεων.*

*Ιδιαίτερα σημαντική στην πορεία μου στο μεταπτυχιακό είναι και η συμβολή όλων των διδασκόντων και του προσωπικού του μεταπτυχιακού προγράμματος, που μας αγκάλιασαν και μας μετέδωσαν κομμάτι των γνώσεών τους, τόσο σε επιστημονικό, όσο και σε προσωπικό επίπεδο.*

*Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ι. Αναστασάκη, ιδιοκτήτη του υπό μελέτη ξενώνα, που με υποδέχτηκε στην επιχείρησή του με ιδιαίτερη φροντίδα, προσκομίζοντάς μου όλα τα απαραίτητα έγγραφα που χρειάστηκα για την εκπόνηση της εργασίας.*

*Δε θα μπορούσα να μη συμπεριλάβω σε όλα αυτά τους συμφοιτητές μου, συντρόφους στο υπέροχο αυτό "ταξίδι" των σπουδών μας στο Μέτσοβο, μα πάνω απ' όλα φίλους μου Μαρία Καμμένου, Ναταλία Μπαλάφα, Θανάση Πουλή, Θανάση Αντωνόπουλο, Λένα Ξυπολυτάκου, Βασιλική Κολοβού, Νάνσυ Κανελλοπούλου, Σοφία Παρδάλη, Λάμπρο Μαυρίκη, Σωτήρη Τσουκαρέλη, Βάϊο Κώτσιο, με τους οποίους τα ξενύχτια για διάβασμα και διασκέδαση απέκτησαν άλλο νόημα.*

*Τέλος, αλλά όχι τελευταίους, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ανιδιοτελή συμπαράστασή τους, τόσο οικονομική όσο και ηθική όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου, την οικογένειά μου γενικότερα και κυρίως την ανιψιά μου, ο ερχομός της οποίας έδωσε άλλο νόημα και ρυθμό στη ζωή μου.*

*Πελαγία Καρατζήμου*

*Ιωάννινα, Απρίλιος 2014*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ευαισθητοποίηση πάνω σε περιβαλλοντικά ζητήματα τα τελευταία χρόνια, τόσο από οικονομική όσο και από οικολογική σκοπιά, οδήγησε στην εύρεση λύσεων ώστε να προστατευτεί το περιβάλλον και να μειωθούν τα έξοδα λειτουργίας των κτιρίων.

Το κτιριακό περιβάλλον αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας, καθώς τα κτίρια πριν από το 2010, έφεραν μηδενική έως ελάχιστη ρύθμιση για εξοικονόμηση ενέργειας. Η οικονομική κρίση των τελευταίων ετών είχε σαν αποτέλεσμα την ενεργειακή φτώχεια, με κυριότερο αποδέκτη τον τριτογενή τομέα, όπου οι επιχειρήσεις δεν μπορούν να εξασφαλίσουν τη βιωσιμότητά τους.

Ο νόμος 3661/2008 - Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, που εφαρμόζεται από το 2010, κατατάσσει τα κτίρια σε ενεργειακές κατηγορίες ανάλογα με τις καταναλώσεις τους και τους καθορίζει την ενεργειακή τους ταυτότητα με την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης.

Το ενεργειακό πρόβλημα είναι εντονότερο στις ορεινές περιοχές λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών τους χειμερινούς μήνες και μέσα από την παρούσα εργασία επιχειρείται η επισκόπηση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε παραδοσιακά κτίρια, χρησιμοποιώντας ως περίπτωση μελέτης έναν ορεινό, παραδοσιακό ξενώνα.

Τα χαρακτηριστικά του κτιρίου ποσοτικοποιούνται και εισάγονται στο λογισμικό TEE - KENAK, από το οποίο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία. Από τα αποτελέσματα που προκύπτουν, η ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση είναι από τα πιο σημαντικά, καθώς με τον τρόπο αυτό ορίζεται το κόστος λειτουργίας του, αλλά και η περιβαλλοντική επιβάρυνση σε εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Η αντλία θερμότητας είναι η λύση που θα οδηγήσει την επιχείρηση στην έξοδο από το δυσβάσταχτο κόστος του πετρελαίου, εξοικονομώντας χρήματα στον ιδιοκτήτη και ενώ παράλληλα μειώνονται και οι εκπομπές το διοξειδίου του άνθρακα.

Χρηματοοικονομική ανάλυση της λύσης της αντλίας θερμότητας γίνεται και με βάση ένα επενδυτικό σχέδιο, όπου και συμπερασματικά καταλήγουμε στην υλοποίηση της πρότασης με απόδοση της επένδυσης σε μεγάλο χρονικό διάστημα που όμως, αντισταθμίζεται με το όφελος της.

## **ABSTRACT**

The motivation on environmental issues in recent years, from both an economic and ecological point of view, led to finding solutions to protect the environment and reduce operating costs of buildings.

The Buildings are the largest energy consumer, as the ones built before 2010, brought zero to minimal regulation for energy saving. The economic crisis of recent years has resulted in fuel poverty, the main recipient of the tertiary sector, where companies cannot ensure their viability.

The law 3661/2008 - Energy Performance of Buildings Regulations, applicable from 2010, classifies buildings into energy classes depending on their consumption and determines the energy identity by adopting the Energy Performance Certificate.

The energy problem is most acute in mountainous areas due to adverse weather conditions during the winter months and the possibilities of applying energy saving measures in vernacular buildings are examined in this paper. A traditional hostel, in the mountainous Greek village of Dilofo, is used as a case study.

The building features are quantified and introduced into software TEE - KENAK from which is classified in energy efficiency class. From the results obtained, the energy consumption for heating is the most important, and thus defined the operating costs, but also the environmental impact from CO2 emissions .

The heat pump is the solution that will lead the hostel to exit the unbearable cost of oil, saving the owner money while also reducing the emissions of carbon dioxide.

Financial analysis of the solution of the heat pump and is done , based on an investment project, where we arrive at the conclusion of the proposal with ROI in a long time, however, offset by the benefit.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
ABSTRACT.....	vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup>	
1.1. ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	12
1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	12
1.3. ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ - ΣΤΟΧΟΣ Η ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ .....	14
1.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	14
1.4.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	14
1.4.2. ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	16
1.4.3. ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.....	17
1.4.4. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	19
1.4.4.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	19
1.4.4.2. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ.....	20
1.4.4.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup>	
2.1. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	23
2.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΚΕΝΑΚ) .....	25
2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	26
2.2.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ) ΚΤΙΡΙΟΥ.....	27
2.2.3. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup>	
3.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ .....	31
3.2. ΔΙΛΟΦΟ ΖΑΓΟΡΙΟΥ.....	37

3.3. ΞΕΝΩΝΑΣ "ΓΑΙΑ" .....	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b>	
4.1. ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ.....	45
4.2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΒΑΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	45
4.2.1. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ.....	46
4.2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	48
4.2.3. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΛΟΓΩ ΑΕΡΟΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ).....	49
4.2.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	50
4.2.4.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	50
4.2.4.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ.....	50
4.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	51
4.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ - ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	55
4.5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ.....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup></b>	
5.1. ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	58
5.2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΞΕΝΩΝΑ "ΓΑΙΑ" .....	59
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup></b>	
6.1. ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ.....	63
6.1.1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ.....	63
6.1.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ.....	64
6.1.2.1. Η ΚΑΘΑΡΑ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ.....	64
6.1.2.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	65
6.1.2.3. ΚΠΑ - ΕΑΚ.....	65
6.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	66
6.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	69



<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>71</b>
<b>ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ.....</b>	<b>72</b>

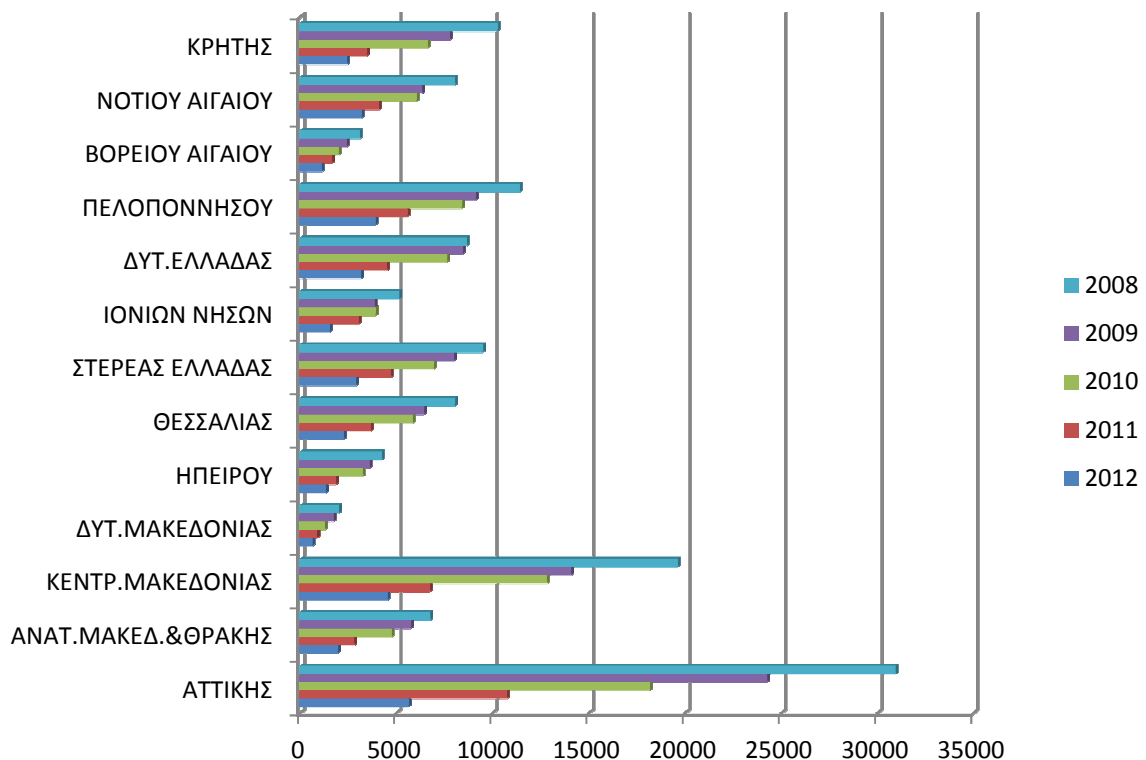


## 1.1. ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ο κτιριακός τομέας αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, εμφανίζοντας κύκλο εργασιών που αγγίζει τα 400 δις ευρώ σύμφωνα με τα οικονομικά στοιχεία για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σε παγκόσμια κλίμακα, ο τζίρος από τον τομέα των κατασκευών φτάνει τα 2.500 δις ευρώ, αντιπροσωπεύοντας το 10% της παγκόσμιας οικονομίας, το 50% των παγκόσμιων επενδύσεων και το 7% της αγοράς εργασίας.

Τα υφιστάμενα κτίρια στην Ευρωπαϊκή Ένωση τη δεδομένη χρονική στιγμή είναι περίπου 196 εκατομμύρια, εκ των οποίων τα 40 εκατ. αποτελούν νέες κατοικίες που ανεγέρθηκαν, ή δύναται να κατασκευαστούν, την περίοδο 2000-2030. Ο ετήσιος, λοιπόν, ρυθμός οικοδόμησης στην Ε.Ε. είναι της τάξεως του 0,68%.

Στην Ελλάδα, την περίοδο 2000-2008, δηλαδή μέχρι την αρχή της οικονομικής κρίσης, παρατηρείται έξαρση της οικοδομικής δραστηριότητας, με κτίρια που φθάνουν μέχρι και 127.699 το 2008. Από εκείνη τη χρονιά και μέχρι σήμερα, η πορεία είναι φθίνουσα, με το 2012 τα νέα κτίρια να φθάνουν τα 34.643 (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Πρόκειται, λοιπόν, για μια μείωση της τάξεως του 73%. (Γράφημα 1).



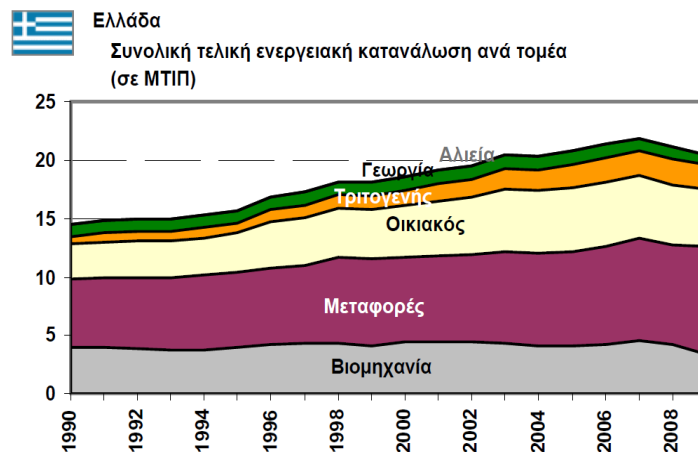
Γράφημα 1: Νέα κτίρια ανά περιφέρεια στην Ελλάδα την περίοδο 2008-2012<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ΠΗΓΗ: ΕΛ.ΣΤΑΤ. και πρωτογενής επεξεργασία

## 1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε σε μορφή θερμικής, είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα τόσο τη σημαντική οικονομική επιβάρυνση λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, όσο και την ατμοσφαιρική επιβάρυνση με ρύπους όπως το CO<sub>2</sub>, το οποίο ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ο οικιακός και ο τριτογενής κτιριακός τομέας αποτελούν το μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας, εκτοπίζοντας τους παραδοσιακά μεγάλους καταναλωτές, τη βιομηχανία και τις μεταφορές, ενώ ευθύνονται και για το 45% των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Μόνο για τη θέρμανση, τα κτίρια κατοικιών καταναλώνουν το 57% της ενέργειας, ενώ τα κτίρια του τριτογενούς τομέα το 52%.

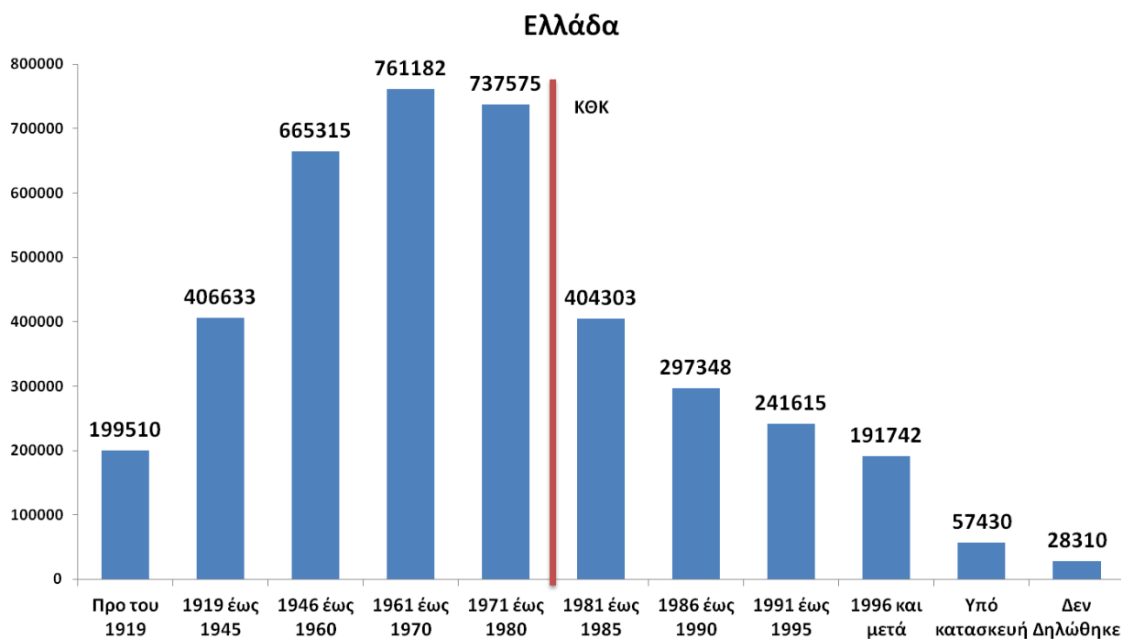


Γράφημα 2: Συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα (σε ΜΤΙΠ)<sup>2</sup> από το 1990 έως το 2009<sup>3</sup>

Στην Ελλάδα τα ανωτέρω ποσοστά είναι ιδιαίτερα αυξημένα. Συνολικά τα κτίρια καταναλώνουν το 33% της ενέργειας, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4,5%. Για θέρμανση, λοιπόν, καταναλώνεται το 60% της ενέργειας στα κτίρια κατοικιών και το 52% στον τριτογενή τομέα. Οι αυξημένες καταναλώσεις δικαιολογούνται, καθώς η πλειοψηφία των κτιρίων στην Ελλάδα έχει κατασκευασθεί πριν το 1980, δηλαδή πριν από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ) και τα στοιχεία τους δεν είναι θερμομονωμένα.

<sup>2</sup> Τελική κατανάλωση ενέργειας : πρόκειται για ποσότητες καυσίμου εκφρασμένες σε ενέργεια βάσει της Κατώτερης Θερμογόνου Δύναμης (ΚΘΔ) των καυσίμων που καταναλώνονται από τις βιομηχανίες για τη στήριξη των κύριων ενεργειακών δραστηριοτήτων τους. (Γιακουμέλος Ε., 2013)

<sup>3</sup> ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ



**Γράφημα 3: Αριθμός και χρονολογία κατασκευής κτιρίων στην Ελλάδα<sup>4</sup>**

Για το λόγο αυτό, η ανάγκη για άμεση ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική είναι επιτακτική. Στο πλαίσιο αυτής της πολιτικής, το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής δύναται να εφαρμόσει διάφορα προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων. Ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί από τα κτίρια. Με απλές και ενεργειακά αποδοτικές τακτικές, εκτιμάται πως είναι εφικτό να υπάρξει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 22% μέχρι το 2020. Συνοπτικά :

- Θέρμανση : 10 εκατομμύρια εγκατεστημένοι οικιακοί λέβητες είναι άνω των 20 ετών και η αντικατάστασή τους μπορεί να επιφέρει 5% εξοικονόμηση ενέργειας.
- Κλιματισμός : η κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να διπλασιαστεί το 2020, ποσοστό που μπορεί να μειωθεί κατά 25% με την εγκατάσταση συστημάτων κλιματισμού, οι οποίοι εξασφαλίζουν απαιτήσεις ελάχιστης απόδοσης.
- Φωτισμός : αποτελεί το 14% της καταναλισκόμενης ενέργειας. Με τη χρήση αποδοτικότερων εξαρτημάτων και συστημάτων ελέγχου και με την ενσωμάτωση τεχνικών φυσικού φωτισμού και άλλων τεχνολογιών μπορεί να εξοικονομηθεί το 30-50%.
- Η εφαρμογή παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, βιοκλιματικού σχεδιασμού, αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και δροσισμού, μπορεί να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση κατά 60%.

<sup>4</sup> ΠΗΓΗ: Πανάς Επαμεινώνδας 2012

- Τοπικά διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ), τηλεθέρμανση και αντλίες θερμότητας επίσης συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

### **1.3. ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ - ΣΤΟΧΟΣ Η ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

Ο τριτογενής τομέας αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα εξαιτίας της συνολικής του κατανάλωσης ενέργειας. Επιχειρήσεις με αυξημένο ενεργειακό κόστος είναι αδύνατο να διατηρηθούν, και ιδιαίτερα εν μέσω κρίσης. Η θέρμανση, ο κλιματισμός, ο φωτισμός και άλλες βασικές χρήσεις που απαιτούν σημαντικά ποσά ενέργειας, είναι δύσκολο να εξισορροπήσουν το κέρδος τους, που ήδη έχει υποχωρήσει σε λιγότερο από το 50%.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, το κλείσιμο των επιχειρήσεων αυτών είναι μονόδρομος, καθώς δεν υπάρχουν τα κονδύλια για την αλλαγή της ενεργειακής τους πολιτικής. Η εξοικονόμηση ενέργειας στη συγκεκριμένη περίπτωση με χρηματοδότηση από το κράτος μπορεί να εξασφαλίσει τη βιωσιμότητα αυτών των επιχειρήσεων ώστε να συνεχίσουν τη πορεία τους, αυτή τη φορά χωρίς το δυσβάσταχτο λειτουργικό κόστος, με λίγα χρήματα για την καθημερινή λειτουργία τους και φυσικά μεγαλύτερο κέρδος.

Η λειτουργία του τριτογενούς τομέα στηρίζεται κατά βάση σε συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα. Εκτός, λοιπόν, από το οικονομικό θέμα για τις επιχειρήσεις, είναι ύψιστης σημασίας και το περιβαλλοντικό. Επιπλέον, η εκτεταμένη συμμετοχή των πετρελαϊκών προϊόντων στο ισοζύγιο του τομέα δημιουργεί έντονη εξάρτηση του κόστους λειτουργίας, επομένως και στην ανταγωνιστικότητα, από τη διεθνή τιμή του πετρελαίου. Όλα αυτά οδηγούν στην εκτίμηση για αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, που συνεπάγεται σε μεγαλύτερες ανάγκες δροσισμού.

Τα τελευταία χρόνια διαφαίνεται και μια σημαντική τάση των τουριστών, και ιδιαίτερα όσων έρχονται από τη Βόρεια Ευρώπη, για αναζήτηση καταλυμάτων με οικολογικό χαρακτήρα. Επομένως, εξοικονομώντας ενέργεια στα τουριστικά καταλύματα, μειώνεται το κόστος λειτουργίας τους, διαφυλάσσεται το περιβάλλον, αλλά και γίνονται πόλος έλξης για περισσότερους τουρίστες με οικολογικές ευαισθησίες.

### **1.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

#### **1.4.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Ο ενεργειακός / βιοκλιματικός σχεδιασμός αναφέρεται στους τρόπους και τις τεχνικές σχεδιασμού κτιρίων και δομημένων συνόλων, με απώτερο στόχο τη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και των παραγόμενων ρύπων, μέσω της αξιοποίησης των τοπικών / περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών (άνεμος, ήλιος, γη).

Η χωροθέτηση, ο προσανατολισμός, η σκίαση, η λειτουργική οργάνωση των χώρων, η μορφή, ο τρόπος κατασκευής και η θερμομόνωση των δομικών στοιχείων, η

θερμοχωρητικότητα & θερμική αδράνεια, η εφαρμογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης / δροσισμού / φωτισμού, η διαμόρφωση και φύτευση του περιβάλλοντα χώρου, η αξιοποίηση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι ορισμένα από τα θέματα τα οποία αντιμετωπίζονται μέσω του βιοκλιματικού / ενεργειακού σχεδιασμού.

Η βιοκλιματική θεώρηση στον τομέα του Αρχιτεκτονικού σχεδιασμού βρίσκει ήδη πεδίο εφαρμογής σε πλήθος κτηρίων, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως, οδηγώντας σε κατασκευές μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης και βέλτιστου ενεργειακού αποτυπώματος.

Ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός αναπτύχθηκε το 1980, όμως ήδη από την αρχαιότητα οι κατοικίες ακολουθούσαν τα πρότυπα αυτού του σχεδιασμού. Μέσα από τα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων παρατηρούμε τη σημασία και τη χρήση των ιδιοτήτων της γης, του αέρα, του ήλιου και του νερού στις κατασκευές, όπου κατά το Σωκράτη (απομνημονεύματα Ξενοφώντα 430 - 35 π.Χ.), ιδεώδης κατοικία όπως την περιγράφει είναι αυτή που προσφέρει ζέστη τους χειμερινούς μήνες και δροσιά κατά τους καλοκαιρινούς. Τέτοιες κατοικίες συναντώνται στην Πριήνη της Ιωνίας, στη Δήλο, στην Όλυνθο της Χαλκιδικής. Συγκεκριμένα στην Πριήνη της Ιωνίας τα οικοδομικά συμπλέγματα ήταν το καλοκαίρι σκιερά και το χειμώνα ευήλια. Στη Δήλο παρατηρούνται ευθύγραμμα κτίσματα, ενώ η Όλυνθος χαρακτηρίζεται ως το τελειότερο ηλιακό άστυ, καθώς ανακαλύφθηκαν ηλιακοί κλίβανοι στους οποίους έψηναν πλίνθους.<sup>5</sup>

Μερικούς αιώνες αργότερα στη Ρώμη, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση κατοικιών και δημόσιων λουτρών. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας εκείνη την εποχή ήταν μια επιλογή για την αντιμετώπιση των ενεργειακών κρίσεων.

Μεταπολεμικά, η συσσώρευση πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις προκάλεσε την επείγουσα ανάγκη της μαζικής παραγωγής στον κατασκευαστικό τομέα. Οι νέες συνθήκες ζωής απομάκρυναν την δόμηση από τους στόχους της άνεσης, λειτουργικότητας, υγείας, ανταπόκρισης στο περιβάλλον, οδηγώντας την σε λύσεις γρήγορες, ενεργειακά «σπάταλες» και περιβαλλοντικά επιβλαβείς.

Τα τελευταία χρόνια όμως, λόγω της ενεργειακής κρίσης και της κλιματικής αλλαγής, με την αυξανόμενη καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας, λόγω καύσης ορυκτών για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ο κλάδος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής έχει αντίκτυπο σε όλο και περισσότερους σχεδιαστές και χρήστες, λόγω των μειωμένων απαιτήσεων σε θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και ΖΝΧ.

Η εφαρμογή του ενεργειακού σχεδιασμού, συνεπώς στη χωροθέτηση, σχεδιασμό, κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και κατεδάφιση ενός κτιρίου, δηλαδή σε όλο τον κύκλο ζωής ενός κτιρίου, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην ελάττωση των

---

<sup>5</sup> Κοντορούπης Μ.Γ., "Ενεργειακός - Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών", Αθήνα 2002 σελ.51

περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τον κατασκευαστικό τομέα τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμια κλίμακα.

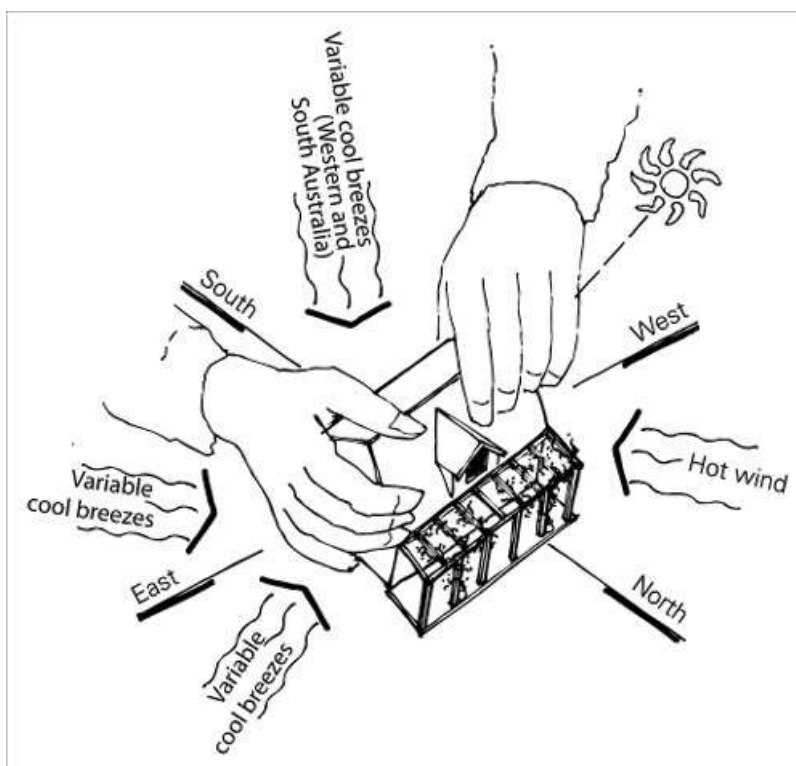
#### 1.4.2 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σκοπός του ενεργειακού σχεδιασμού είναι η μείωση των φορτίων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου. Βασικός τρόπος για την επίτευξη αυτή είναι ο προσανατολισμός του κτιρίου ώστε να έχει τη δυνατότητα για μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης και φωτισμού.

Οι τοίχοι με νότιο προσανατολισμό λαμβάνουν τα μεγαλύτερα

ποσά ηλιακής ενέργειας κατά τις μεσημεριανές ώρες, οι ανατολικοί και δυτικοί λαμβάνουν έντονη ακτινοβολία η οποία προσπίπτει με μικρή γωνία κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες αντίστοιχα και οι βόρειοι βρίσκονται υπό σκιά σχεδόν σ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (County of San Mateo – Department of Public Works).

Το ηλιακό φως το οποίο εισέρχεται στο κτίριο είναι φορέας φωτός και θερμότητας, κάτι το οποίο μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πλεονέκτημα για τη λειτουργία του κτιρίου, ή να προκαλέσει προβλήματα εάν δεν υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός για την αξιοποίησή του. Το σχήμα και η θέση του κτιρίου στο χώρο της οικοδομής επηρεάζει εάν και πώς τα επικρατούντα ρεύματα αέρα θα μπορούν να παρέχουν εξαερισμό στο κτίριο. Ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου παρέχει μια μοναδική δυνατότητα στη δημιουργία ενός καλύτερου εσωτερικού περιβάλλοντος και στην σημαντική μείωση της χρήσης ενέργειας χωρίς την παραμικρή αύξηση του κόστους της κατασκευής. Εκμεταλλευόμενοι την ηλιοφάνεια και τα ρεύματα αέρα υπάρχει δυνατότητα για ψύξη το καλοκαίρι και παθητική ηλιακή ενέργεια για θέρμανση και προστασία από τον αέρα το χειμώνα (Sustainable Building Technical Manual).



Εικόνα 1: Προσανατολισμός κτιρίου για μέγιστη ενεργειακή απόδοση<sup>6</sup>



Προσανατολισμός	Προτεινόμενος τύπος σκίασης
Νότιος	Σταθερά ή ρυθμιζόμενα σκίαστρα τοποθετημένα οριζόντια πάνω από το παράθυρο
Ανατολικός & Δυτικός	Ρυθμιζόμενα κατακόρυφα πετάσματα εξωτερικά των παραθύρων
Νοτιοανατολικός & Νοτιοδυτικός	Ρυθμιζόμενη σκίαση
Βορειοανατολικός & Βορειοδυτικός	Φύτευση βλάστησης

**Πίνακας 1 : Προτεινόμενος τύπος σκίασης ανάλογα με τον προσανατολισμό<sup>6</sup>**

### 1.4.3. ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Το κτίριο αποτελείται από δομικά υλικά και τα φινιρίσματα που εσωκλείουν τον εσωτερικό του χώρο, διαχωρίζοντάς τον με τον εξωτερικό. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι τοίχοι, τα παράθυρα, οι πόρτες, η οροφή και τα πατώματα, δηλαδή τα αδιαφανή και τα διαφανή υλικά, όπου διαφανή είναι τα υαλοστάσια και αδιαφανή όλα τα υπόλοιπα. Το περίβλημα το κτιρίου πρέπει να ισορροπεί τις απαιτήσεις για εξαερισμό και φυσικό φωτισμό, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να παρέχει θερμική προστασία και προστασία από την υγρασία, ανάλογα φυσικά με τις επικρατούσες τοπικές συνθήκες. Επομένως, ο σχεδιασμός του περιβλήματος είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό του ποσού ενέργειας που θα χρησιμοποιεί το κτίριο κατά τη λειτουργία του. Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη τον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε συνάρτηση με άλλα στοιχεία σχεδιασμού, όπως είναι η επιλογή των υλικών, η θέρμανση, ο εξαερισμός, ο κλιματισμός, ο φυσικός φωτισμός και άλλες παθητικές ηλιακές στρατηγικές σχεδιασμού.

Σημαντική παράμετρος για το σχεδιασμό του κελύφους είναι το κλίμα. Ο τύπος του κλίματος, δηλαδή αν είναι θερμό/ξηρό, εύκρατο ή ψυχρό, καθορίζει και τις στρατηγικές σχεδιασμού. Συγκεκριμένοι σχεδιασμοί και υλικά μπορούν να αξιοποιήσουν ή να παρέχουν λύσεις για ένα δεδομένο κλίμα. Μια δεύτερη παράμετρος στο σχεδιασμό του κελύφους είναι και η χρήση του κτιρίου και ειδικά οι δραστηριότητες οι οποίες λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του. Αν οι δραστηριότητες αυτές παράγουν σημαντικά ποσά θερμότητας (άνθρωποι και εξοπλισμός), τα θερμικά φορτία μπορεί να είναι κυρίως εσωτερικά παρά εξωτερικά από τον ήλιο. Αυτό επηρεάζει το ρυθμό με τον οποίο το κτίριο απορροφά ή εκπέμπει θερμότητα.

Για να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας με αγωγή θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες από τις θερμικές γέφυρες και για τη μείωση των απωλειών θερμότητας με συναγωγή θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι δυνατότητες διείσδυσης αέρα στον εσωτερικό χώρο και διαρροής του στον εξωτερικό χώρο (Sustainable Building Technical Manual).

<sup>6</sup> ΠΗΓΗ : [www.yourhome.gov.au/passive-design/orientation](http://www.yourhome.gov.au/passive-design/orientation)

Η σωστή επιλογή και τοποθέτηση μονωτικών υλικών είναι επιβεβλημένη για τη διασφάλιση της θερμικής επάρκειας και αποδοτικότητας της κατασκευής. Η μόνωση άλλωστε είναι ένα από τα κλειδιά για τη δημιουργία ενός άνετου και ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου. Αν δεν τοποθετηθεί σωστά, ένα κτίριο μπορεί να έχει υψηλά θερμικά κέρδη το καλοκαίρι και μεγάλες θερμικές απώλειες το χειμώνα, υποχρεώνοντας τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης να λειτουργούν πέραν του φυσιολογικού. Η σωστή τοποθέτηση της μόνωσης μπορεί να σφραγίσει αεροστεγώς ολόκληρο το κτίριο, δηλαδή τους εξωτερικούς τοίχους, τα ταβάνια και τα πατώματα, χωρίς να επιτρέπει τη μη ελεγχόμενη διείσδυση του εξωτερικού αέρα και τη διαφυγή θερμότητας.

Τα οφέλη από τη σωστή θερμομόνωση ενός κτιρίου είναι πολλά. Κατά κύριο λόγο, υπάρχει αύξηση της άνεσης καθώς ελαττώνονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και βοηθά στην διατήρηση της θερμοκρασίας σε ικανοποιητικά επίπεδα άνεσης τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ένα μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας στο σπίτι πηγαίνει στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης. Η σωστή θερμομόνωση μπορεί να μειώσει σημαντικά το μέγεθος των δαπανών για τις παραπάνω ανάγκες. Τέλος, η προστασία από την υγρασία, η οποία μπορεί να διαβρώσει και να καταστρέψει τα κατασκευαστικά υλικά, βελτιώνει την ανθεκτικότητα του κτιρίου και αυξάνει το χρόνο ζωής του (Energy Star).

Οι κατασκευαστές έχουν πολλές επιλογές στον τύπο μονωτικού υλικού που θα χρησιμοποιήσουν. Η μόνωση μπορεί να είναι αποτελεσματική μόνο όταν τοποθετηθεί σωστά και συνδυαστεί με ένα συνεχές φράγμα για τον αέρα (air barrier), όπως είναι η γυψοσανίδα. Τα μονωτικά υλικά κατατάσσονται ανάλογα με την ικανότητα τους να αντιστέκονται στη ροή θερμότητας. Η ικανότητα τους αυτή βαθμολογείται με το συντελεστή θερμικής αντίστασης τους R. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της μεταβλητής αυτής, τόσο πιο αποτελεσματικό είναι το υλικό στην αντίσταση στη ροή θερμότητας.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, για την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Μόνωση των πλαισίων των εξωτερικών πορτών και παραθύρων.
- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων.
- Εγκατάσταση παραθύρων με επίστρωση χαμηλής εκπομπής.
- Μόνωση των πατωμάτων, ταβανιού, οροφής και των εξωτερικών τοίχων.
- Μόνωση όλων των μηχανικών διεισδύσεων στο κτιριακό κέλυφος.
- Μόνωση της σοφίτας (εάν υπάρχει).
- Καθορισμός των κατάλληλων κατασκευαστικών υλικών και λεπτομερειών ώστε να μειωθεί η μεταφορά θερμότητας προς τον εξωτερικό χώρο.

#### 1.4.4. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ<sup>7</sup>

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα είναι αναπόσπαστα κομμάτια – δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Τα Παθητικά Συστήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

##### 1.4.4.1 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την "προσφέρει" στο χώρο αργότερα, διατηρώντας έτσι το χώρο θερμό για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες :

- Ηλιακοί τοίχοι : έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πανέλο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες, τοίχος Trombe - Michel.

---

<sup>7</sup> ΠΗΓΗ : ΚΑΠΕ

- **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) :** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.
- **Ηλιακά αίθρια :** είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

#### **1.4.4.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ**

Ο δροσισμός επιτυγχάνεται όταν στην πορεία του ο αέρας συναντά μάζες με χαμηλότερη θερμοκρασία που κατακρατούν μέρος του θερμικού φορτίου του, ψύχοντάς τον. Τέτοιες περιπτώσεις είναι η χρήση του νερού και υπόγειων διάδρομων που συναντάμε στην αραβική αρχιτεκτονική. Η θερμική μάζα των κτιρίων από πέτρα ή του εδάφους έχει σαν αποτέλεσμα την διατήρηση της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους σε σχετικά σταθερά ενδιάμεσα επίπεδα. Ιδιαίτερα στους υπόγειους χώρους, ο αέρας παραμένει σταθερά στους 18°C, έτσι εάν με κάποιο τρόπο επιτευχθεί κυκλική κίνηση του αέρα από αυτόν τον χώρο προς έναν υπέργειο με μεγαλύτερα θερμικά φορτία έχουμε δροσισμό του κινούμενου αέρα. Το ίδιο συμβαίνει όταν ο αέρας διαπερνά πυκνά φυλλώματα ή σκιερούς εξωτερικούς χώρους πριν μπει στο κτίριο από τα ανοίγματα. Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσισμού βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του ενεργειακού σχεδιασμού:

- Στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου,
- στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή, προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης),
- στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως «ρυθμιστή» της εσωτερικής θερμοκρασίας,
- στην βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων, ανεξάρτητα από την ψύξη αυτού καθ' εαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στους εσωτερικούς χώρους.

Οι πιο συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι :

- Η ηλιοπροστασία (σκίαση) του κτιρίου, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές)

του κτιρίου, σκίαστρα μόνιμα ή κινητά, εξωτερικά ή εσωτερικά των ανοιγμάτων, υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας (ανακλαστικοί, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί, κλπ.).

- Ο φυσικός εξαερισμός με κατάλληλο σχεδιασμό και λειτουργία των ανοιγμάτων στο κέλυφος και θυρίδες στο πάνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που επιτρέπουν κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Ο *νυχτερινός διαμπερής αερισμός* είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, κυρίως τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση "δροσιάς" στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

Η χρήση *ανεμιστήρων*, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις (περίπου 2 - 3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα.

- Η χρήση θερμικής μάζας για τη μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Μείωση των εσωτερικών κερδών του κτιρίου (θερμότητα που παράγεται από τις ηλεκτρικές, κυρίως, συσκευές).

Άλλες μέθοδοι παθητικού δροσισμού πιο σύνθετες και όχι τόσο ευρείας εφαρμογής, επιφέρουν επιπρόσθετα οφέλη ψύξης, και είναι:

- Θερμική προστασία του κτιριακού περιβλήματος με τεχνικές όπως φυτεμένο δώμα, αεριζόμενο κέλυφος, ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών, φράγμα ακτινοβολίας.
- Ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού με πύργους αερισμού ή ηλιακές καμινάδες.
- Δροσισμός με εξάτμιση νερού με τεχνικές όπως : επιφάνειες νερού, πύργος δροσισμού, ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης), ή και βλάστηση (μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών).
- Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας στην ατμόσφαιρα με ακτινοβολία στο νυχτερινό ουρανό.
- Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας από το κτίριο στη γη με αγωγή (υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια, ή υπεδάφιο σύστημα αγωγών και εναλλάκτες εδάφους - αέρα).

#### **1.4.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της

εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης».

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

1. Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
2. Ανοίγματα οροφής
3. Αίθρια
4. Φωταγωγοί

Τα συστήματα αυτά συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές που αφορούν στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων, στις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, στα φωτομετρικά χαρακτηριστικά επιφανειών του χώρου και των ανοιγμάτων του (υφή, χρώμα, φωτοδιαπερατότητα υλικών) και στη χρήση ανακλαστήρων, για την εξασφάλιση επάρκειας και ομαλής κατανομής του φυσικού φωτός. Οι συνηθέστερες τεχνολογίες φυσικού φωτισμού αφορούν υαλοπίνακες με συγκεκριμένες ιδιότητες, πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, διαφανή μονωτικά υλικά και ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού ή ανακλαστικές περσίδες).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

---

## **2.1. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Η οδηγία 93/76 της ΕΟΚ για τον "περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων", ενσωματώθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με την 21475/4707/98 Κοινή Υπουργική απόφαση σηματοδοτώντας μια ιδιαίτερα σημαντική στιγμή για τα ενεργειακά ζητήματα της χώρας, εισάγοντας έννοιες και θερμούς που προάγουν την ορθολογική χρήση και διαχείριση των ενεργειακών πόρων και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στα πλαίσια της ενσωμάτωσης προετοιμάστηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΚΑΠΕ ένα συνολικό σχέδιο πολιτικής δράσης αποκαλούμενο ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001 : "Πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας για τον οικιστικό τομέα" (Μάρτιος 1995), με σκοπό την προώθηση εφαρμογής αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών στον κτιριακό τομέα.

Με την ΚΥΑ 21475/4707 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 880/Β στις 19 Αυγούστου 1998, καθορίστηκαν "όροι και προϋποθέσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για νέα και υφιστάμενα κτίρια, καθώς και για οικιστικά σύνολα. Επιπλέον, προβλεπόταν η έκδοση του Κανονισμού Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), που θα αντικαθιστούσε τον Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979 και θα καθόριζε τις ελάχιστες απαιτήσεις της ενεργειακής απόδοσης. Σύμφωνα με τον Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. θα έπρεπε να υποβάλλεται ενεργειακή μελέτη για τη διαπίστωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και την κατάταξη των κτιρίων στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία (βαθμονόμηση), που θα αναγραφόταν στο ειδικό έντυπο (ΔΕΤΑ) και θα αποτελούσε αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Επίσης, στο πλαίσιο της ΚΥΑ υποχρεούνται οι φορείς του δημοσίου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα να προγραμματίσουν και να οργανώσουν κεντρικά τη λειτουργία γραφείου Ενεργειακής Διαχείρισης των κτιρίων που χρησιμοποιούν.

Ο Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. δεν ολοκληρώθηκε, δεν εκδόθηκαν δηλαδή τα σχετικά προεδρικά διατάγματα, και γενικά η Κοινοτική Οδηγία δεν έφερε σε ευρωπαϊκό επίπεδο τα αναμενόμενα αποτελέσματα, λόγω της πλημμελούς εφαρμογής από αρκετά κράτη μέλη.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξέδωσε το Δεκέμβριο του 2002 την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ "Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων", με ημερομηνία εφαρμογής την 4η Ιανουαρίου 2006, που σκιαγραφεί ένα νέο τρόπο μελέτης και κατασκευής των κτιρίων προδιαγράφοντας σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα περιβάλλοντος στις πόλεις.

Η Κοινοτική Οδηγία, έπειτα από τριετή παράταση που δόθηκε για την εφαρμογή της, οδήγησε τη χώρα μας στη δημοσίευση στις 31 Μαρτίου 2008 του σχεδίου νόμου "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις", που οριοθετεί την εφαρμογή του "Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων". Ο



Κανονισμός αυτός, σύμφωνα με το σχέδιο νόμου και τις απαιτήσεις της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/ΕΚ θα περιλαμβάνει μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, εκφρασμένης με διαφανή τρόπο είτε σε συνολική κατανάλωση ενέργειας, που εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου ή μπορεί να περιλαμβάνει δείκτη εκπομπών CO<sub>2</sub> . Η κατανάλωση ενέργειας αφορά στη θέρμανση, ψύξη, παραγωγή θερμού νερού, εξαερισμό, φωτισμό, λειτουργία συσκευών. Επιπλέον :

- Θα καθοριστούν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο. Η ενεργειακή απόδοση θα αναφέρεται σε κτίρια κατοικίας και διαφόρων κατηγοριών κτιρίων, ενώ μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ νέων και υφιστάμενων κτιρίων.
- Οι ελάχιστες απαιτήσεις θα αναθεωρούνται τουλάχιστον ανά πενταετία και θα αναπροσαρμόζονται λαμβάνοντας υπόψη την τεχνική πρόοδο στον τομέα των κατασκευών.
- Θα συνεκτιμώνται οι τοπικές και κλιματολογικές συνθήκες.
- Για την έκδοση οικοδομικής άδειας κατασκευής νέου κτιρίου ή ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτιρίου άνω των 1000 m<sup>2</sup> , υπάρχει υποχρέωση για την κατάρτιση ενεργειακής μελέτης, η οποία πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού προσαρμοσμένες στο τοπικό κλίμα.
- Για τα νέα κτίρια άνω των 1000 m<sup>2</sup> εκπονείται μελέτη που περιλαμβάνει τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης συστημάτων παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές, συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ή αντλιών θερμότητας.
- Το κτίριο θα εφοδιάζεται με πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης - πιστοποίησης που θα περιλαμβάνει τιμές αναφοράς και κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης ώστε να επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Οι τιμές αναφοράς και η βαθμονόμηση θα καθοριστούν από τα κράτη μέλη. Το πιστοποιητικό συνοδεύεται και από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και ισχύει κατά ανώτατο όριο 10 έτη.
- Καθιερώνεται τακτική ενεργειακή επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- Η πιστοποίηση, σύνταξη ενεργειακών συστάσεων και η ενεργειακή επιθεώρηση γίνεται από ειδικευμένους εμπειρογνώμονες. (Αξαρλή 2009)

## **2.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (KENAK)**

Το σχέδιο του KENAK δόθηκε στη δημοσιότητα από το Υπουργείο Ανάπτυξης τον Δεκέμβριο του 2008 και συμπεριλαμβάνεται στο Νόμο 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις" και στη συνέχεια τροποποιήθηκε:

- με το άρθρο 10 του Νόμου 3851/2010 "Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής" (ΦΕΚ 85/Α/2010).
- με το άρθρο 28 του Νόμου 3889/2010 "Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις", ώστε να επεκταθεί και στην περίπτωση κτιρίων κατοικίας που προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις μήνες (παραθεριστικές κατοικίες).

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκαν με την οικ. 17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 1387/Β/2.9.2010) οι παρακάτω τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ:

- α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 "Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης,
- β) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 "Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων",
- γ) ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 "Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών",
- δ) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 "Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού".

### 2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Ενεργειακή απόδοση κτιρίου : Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται πραγματικά ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου και οι οποίες μπορεί να συμπεριλαμβάνουν 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 υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με τους κλιματικούς παράγοντες, την έκθεσή του στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση και στους οποίους περιλαμβάνονται και οι εσωκλιματικές συνθήκες του κτιρίου (Αραβαντινός 2009).

Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου : Είναι η διαδικασία ελέγχου και διάγνωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κάθε κτιρίου και της πραγματικής καταναλισκόμενης ενέργειας για την κάλυψη όλων των αναγκών του, καθώς και του πραγματοποιούμενου βαθμού ενεργειακής απόδοσής του. Τα στοιχεία αυτά προκύπτουν έπειτα από τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων.

Ενεργειακή επιθεώρηση/ ενεργειακή αυτοψία/ ενεργειακός έλεγχος/ ενεργειακή διάγνωση : Είναι η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης του κτιρίου. Η ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί, κατά περίπτωση, να είναι συνοπτική ή εκτενής.

Ενεργειακοί επιθεωρητές ή ελεγκτές : Φυσικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις/ ελέγχους κτιρίων ή/και λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η ιδιότητα αυτή αποκτάται με την εγγραφή του ενδιαφερόμενου στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών (Π.Δ. 100/2010).

Ενεργειακή μελέτη : Είναι η μελέτη που εξετάζει συνολικά τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες κτιρίων ή οικισμών για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης (ZNX), ώστε να εξασφαλίζεται θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του χρόνου. Υποδεικνύει τις βέλτιστες λύσεις για την εξασφάλιση των παραπάνω συνθηκών μέσω τεχνικών και συστημάτων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας ή μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

## **2.2.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ) ΚΤΙΡΙΟΥ**

Στόχος της ενεργειακής μελέτης και της διαδικασίας ενεργειακής επιθεώρησης ενός κτιρίου είναι:

- η εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ZNX)
- η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου
- η έκδοση του ενεργειακού πιστοποιητικού (ΠΕΑ)
- η σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/ χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Βασικό κομμάτι της διαδικασίας λοιπόν είναι η κατηγορία στην οποία ανήκει το κτίριο. Πρέπει να σημειωθεί πως όλα τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια πρέπει να έχουν τουλάχιστον ενεργειακή απόδοση Β. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης της 30/03/2010 ο καθορισμός των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων αλλάζει. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση προκύπτουν βάσει του δείκτη  $R_R$ , ο οποίος ορίζεται ως εξής :

$R_R$  : ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.

Οι κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων με βάση το νέο κανονισμό φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

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

**Πίνακας 2 : Όρια ενεργειακών κατηγοριών με βάση τον ΚΕΝΑΚ<sup>8</sup>**

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε πως το κτίριο αναφοράς βάσει του οποίου γίνεται η σύγκριση για την κατάταξη του κτιρίου που έχουμε, κατατάσσεται στην κατηγορία B, εφόσον το ανώτατο όριο της κατηγορίας αυτής είναι ίσο με το  $R_R$ . Τα κτίρια δηλαδή κατατάσσονται σύμφωνα με τον καινούριο κανονισμό σε κάποια κατηγορία ανάλογα με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που προκύπτει σε σχέση με την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Κτίρια με χαμηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται σε καλύτερη ενεργειακή κατηγορία (B+ και άνω) και συνήθως είναι εκείνα που έχουν κατασκευαστεί από το 2012 και μετά, ενώ κτίρια με μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται σε χαμηλότερη κατηγορία (B και κάτω), δηλαδή κτίρια που κατασκευάστηκαν με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης μετά το 1979 και νωρίτερα.

Στο αρχικό στάδιο του κανονισμού προβλεπόταν η κατάταξη σε συγκεκριμένα όρια ενεργειακών κατηγοριών με βάση την κατηγορία χρήσης του κτιρίου και την κλιματική ζώνη. Τα όρια ήταν πλήρως καθορισμένα μέσα σε συγκεκριμένα αριθμητικά πλαίσια τα οποία προέκυπταν με τη σειρά τους από δύο δείκτες ( $R_s$ ,  $R_r$ ). Επιπλέον, η πιο σημαντική διαφορά είναι ότι οι δείκτες αυτοί υπολογίζονταν βάσει της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ και φωτισμό. Αντίθετα, στον ΚΕΝΑΚ τα όρια είναι ρευστά και προκύπτουν με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, η οποία είναι διαφορετική για το εκάστοτε κτίριο και συνεπώς και για το κτίριο αναφοράς. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του ακόλουθου πίνακα.

<sup>8</sup> ΠΗΓΗ: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kg CO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Βιομάζα	1,00	-

**Πίνακας 3 :Συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια**

### 2.2.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ ή ενεργειακό πιστοποιητικό, είναι ένα αναγνωρισμένο από το ΥΠΕΚΑ έγγραφο που εκδίδεται από Ενεργειακό Επιθεωρητή (ο οποίος έχει ενταχθεί σε ειδικό Μητρώο) , στο οποίο αποτυπώνεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ το κάθε κτίριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία (υπάρχουν εννέα κατηγορίες, από A+ έως H), ενώ ο Επιθεωρητής καταγράφει συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και έχει ισχύ δέκα ετών.

Σε αυτό επίσης αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και οι συστάσεις για αύξηση της ενεργειακής του απόδοσης.

Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να συμπεριλάβει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του ΠΕΑ και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δε θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομισθεί ενώπιόν της ισχύον ΠΕΑ. Επιπλέον, σε περίπτωση που το ΠΕΑ εκδίδεται στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, οι συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, επεμβάσεις.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΧΡΗΣΗ: Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Λογικός ύψος κτιρίου: Κλιματική ζώνη: Διεύθυνση: Τ.Κ.: Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ): Οργανωμένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ): Όσμη διασπίρση:						
	<b>ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>						
				<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b>			
	ΜΕΣΟΚΡΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ						
	EP ≤ 0,33 kWh/m <sup>2</sup>			<b>A<sup>+</sup></b>			
	0,33 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 0,5 kWh/m <sup>2</sup>			<b>A</b>			
	0,5 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 0,75 kWh/m <sup>2</sup>			<b>B<sup>+</sup></b>			
	0,75 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 1,0 kWh/m <sup>2</sup>			<b>B</b>			
	1,0 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 1,41 kWh/m <sup>2</sup>			<b>C</b>			
	1,41 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 1,82 kWh/m <sup>2</sup>			<b>D</b>			
1,82 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 2,27 kWh/m <sup>2</sup>			<b>E</b>				
2,27 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 2,72 kWh/m <sup>2</sup>			<b>Z</b>				
2,72 kWh/m <sup>2</sup> < EP			<b>H</b>				
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ							
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς (kWh/m <sup>2</sup> ):							
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ):							
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ):							
<b>Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας &amp; Εκπομπές CO<sub>2</sub></b>							
Ηλεκτρική ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> ):		Κοσόφο (kWh/m <sup>2</sup> ):	Θέρμη άνεση <input type="checkbox"/>				
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ):			Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>				
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> ):			Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>				
			Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>				
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ</b>						
	Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση		Συνισσώμενο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)		
	Ηλεκτρική		Θέρμανση Θυγατέρης	Ψύξη	ZHX		
	Ομοειδή επίπεδα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX		
		Φυσικό αέριο	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX		
		Άλλο:	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX		
	ARE	Ήλια	Θέρμανση Θυγατέρης	Ψύξη	ZHX		
		Βιομάζα	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX		
		Γεωθερμία	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX		
		Άλλο:	Θέρμανση Θυγατέρης	Ψύξη	ZHX		
Σύνολο							
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )							
Θέρμανση:		Ψύξη:					
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZHX):		Θυγατέρης:					
ARE & ZHX: [-]							
<b>ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>							
1.							
2.							
3.							
Αριθμός συστημάτων	Επιλεγμένη αρχική κατάσταση απόδοσης [W]	Επιλεγμένη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας «σε τμήμα μισού» (kWh/m <sup>2</sup> )	Επιλεγμένη ετήσια μείωση αποδοσίας CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Επιλεγμένη ετήσια μείωση αποδοσίας CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Επιλεγμένη ετήσια μείωση αποδοσίας CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Επιλεγμένη ετήσια μείωση αποδοσίας CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	
1							
2							
3							
* Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας και των εκπομπών αναφέρεται ανά τετραγωνικό μέτρο κτιρίου. Ουδέν για τη χρήση άλλων απορριπτικών υλικών και άλλων ενεργειακών συστημάτων.							
Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ:				Σφραγίδα:			
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:							
Α.Μ. Επιθεωρητή:				Υπογραφή:			

Εικόνα 2: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)<sup>9</sup>

<sup>9</sup> ΠΗΓΗ : [http://realconstruction.gr/energy\\_3.html](http://realconstruction.gr/energy_3.html)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

---

### 3.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Τα βουνά έχουν καθοριστική σημασία για τη ζωή στον πλανήτη. Αποτελούν τις «δεξαμενές» νερού της γης, αφού εκτιμάται ότι περίπου ο μισός πληθυσμός του πλανήτη εξαρτάται από αυτά για την κάλυψη των αναγκών του σε πόσιμο νερό. Είναι εστίες βιοποικιλότητας, καθώς η απομόνωσή τους και η μειωμένη ανθρώπινη παρέμβαση οδηγούν στην ύπαρξη πρακτικά ανέγγιχτων οικοσυστημάτων με έντονο ενδημισμό σε αυτά. Είναι πηγές ορυκτών και ενεργειακών πόρων και στις πλαγιές τους φύεται το ένα τρίτο των δασών της γης. Ταυτόχρονα, είναι θύλακες πολιτισμικής ποικιλομορφίας και ιεροί τόποι στην παράδοση και τη θρησκεία των περισσότερων λαών (Messerli & Ives 1997, Funell & Parish 2001, Parish 2002, Price 2002, Καλιαμπάκος et al. 2009).

Η επίδραση αυτών των γεωμορφών στην ανθρώπινη συνείδηση συνοψίζεται γλαφυρά και εύστοχα στο ακόλουθο απόσπασμα: «Τα βουνά ασκούν μια μυστηριώδη γοητεία στην ψυχή του ανθρώπου. Καθώς ορθώνονται απόκρημνα και δυσπρόσιτα μέσα από τους κάμπους και τα λοφώδη ακρόριζά τους, υποστασιοποιούν τις έννοιες της προσπάθειας και της ανδρείας, του ύστατου οχυρού και του καταφυγίου. Πάνω από όλα, όμως, τα βουνά θεωρούνται παντού και ιδιαίτερα στον περίγυρο της Μεσογείου ως χώρος ελευθερίας. Στα βουνά λημέριαζαν οι κλέφτες και οι αρματολοί της επανάστασης, ενώ εκεί συγκροτήθηκε και η εθνική αντίσταση στα χρόνια της γερμανικής κατοχής» (Ματσούκα & Αδαμακόπουλος 2008).

Η Ελλάδα είναι σε ένα μεγάλο ποσοστό ορεινή χώρα. Το ποσοστό του εδάφους που είναι ορεινό κυμαίνεται στο 78% της συνολικής της έκτασης (NORDREGIO 2004). Κυριότερος λόγος για το χαρακτηρισμό της ως ορεινή χώρα είναι η οροσειρά της Πίνδου που διατρέχει τη χώρα από ΒΔ έως ΝΑ, ξεκινώντας μάλιστα από τα ελληνοαλβανικά σύνορα. Σημαντικά βουνά ωστόσο βρίσκονται και στην Κρήτη, τα οποία είναι συνέχεια της Πίνδου και αποτελούν τμήμα του Διναροταυρικού τόξου. Παρά το πλήθος τους όμως, τα ελληνικά βουνά φιλοξενούν μικρό ποσοστό πληθυσμού, που μέχρι πρόσφατα μειωνόταν συνεχώς. Υπολογίζεται πως το 8,5% του ελληνικού πληθυσμού ζει σε ορεινές περιοχές και το 21% σε ημιορεινές (Μπασιούκα 2011).

Ο ορεινός χώρος στην Ελλάδα ξεκινά να εποίκείται μαζικά το 15ο αιώνα (Ματσούκα & Αδαμακόπουλος 2008), καθώς αποτελεί καταφύγιο των χριστιανικών πληθυσμών έναντι της καταπίεσης της οθωμανικής διοίκησης. Τα προνόμια που δόθηκαν από τους Οθωμανούς σε πολλές ορεινές περιοχές συνέβαλαν ώστε να αναπτυχθούν ακμαίες κοινότητες με σημαντική κτηνοτροφική, εμπορική αλλά ακόμη και πνευματική δραστηριότητα (Ζαγόρι, Συρράκο, Καλαρρύτες, Άγραφα, Ορεινή Αρκαδία κ.α.). Μετά την εγκαθίδρυση του νεοελληνικού κράτους, ο ορεινός χώρος διατήρησε τον πληθυσμό του μέχρι και τα μέσα του 20ου αιώνα. Έτσι, για μια μακρά χρονική περίοδο της νεότερης ελληνικής ιστορίας η ανθρώπινη δραστηριότητα είχε ως επίκεντρο τα βουνά. Η μείωση της κατοίκησης στα ορεινά είναι αποτέλεσμα τριών «χτυπημάτων» που δέχθηκε, με



ιδιαίτερη ένταση, ο ορεινός χώρος τον 20ο αιώνα: Β' Παγκόσμιος Πόλεμος, Εμφύλιος, Μετανάστευση (Καλιαμπάκος et al. 2009, Λαφαζάνη 2010).

Η πληθυσμιακή απομείωση που συνέβη στην ορεινή Ελλάδα έθεσε τις ορεινές περιοχές στο περιθώριο. Η ανασυγκρότηση της χώρας από τη δεκαετία του 1950 και έπειτα ουσιαστικά δεν άγγιξε τις ορεινές περιοχές, οι κάτοικοι των οποίων αποτέλεσαν τον κύριο όγκο των μεταναστευτικών ρευμάτων τόσο προς το εξωτερικό όσο και προς τα αστικά κέντρα του εσωτερικού που άρχισαν να συγκεντρώνουν οικονομικές δραστηριότητες. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, πολλές περιοχές της ορεινής Ελλάδας αντιμετώπισαν σοβαρά προβλήματα προσβασιμότητας / υποδομών, καθώς και ελλειμματική ενεργειακή τροφοδοσία. Από εκείνη την περίοδο και μετά χρηματοδοτήσεις, κυρίως μέσω ευρωπαϊκών προγραμμάτων (Leader, Interreg, ΚΠΣ κ.α.) αλλά και από τα προγράμματα δημοσίων επενδύσεων, συνέβαλαν στη βελτίωση των υποδομών στις ορεινές περιοχές, με αποσπασματικό, όμως, χαρακτήρα, χωρίς σαφή στρατηγική. Σε κάθε περίπτωση, η κατάσταση στους ορεινούς οικισμούς βελτιώθηκε σημαντικά (Κατσουλάκος 2013).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια στροφή στις ορεινές περιοχές που σχετίζεται κυρίως με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου αλλά και τη βελτίωση των συνθηκών ζωής. Ο πληθυσμός δεν είναι μόνιμος, παρά εποχιακός και φροντίζει για την επανάχρηση των κατοικιών των προγόνων του. Δε θα μπορούσε βέβαια να επιτευχθεί κάτι τέτοιο αν δεν καλύπτεται τουλάχιστον το ελάχιστο ενεργειακό κόστος. Κάθε νοικοκυριό πρέπει να βρίσκεται στα ανώτερα σκαλοπάτια της ενεργειακής σκάλας, δηλαδή να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί υψηλής ποιότητας υγρά και αέρια καύσιμα, καθώς και ηλεκτρισμό (UNDP 2000).

Τα περισσότερα πλέον ορεινά νοικοκυριά διαθέτουν κεντρικό σύστημα θέρμανσης υγρών καυσίμων και όλα έχουν ηλεκτρισμό. Τα συστήματα όμως αυτά λειτουργούν λίγους μήνες το χρόνο, καθώς οι κάτοικοι δεν είναι μόνιμοι, πέρα από μερικές εξαιρέσεις. Ακόμα και έτσι βέβαια, με τις αυξημένες φορολογήσεις στα καύσιμα και την αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, τα περισσότερα από αυτά τα νοικοκυριά δυσκολεύονται να αντεπεξέλθουν στο ενεργειακό κόστος και το πρόβλημα αυτό διογκώνεται καθώς βρίσκονται μακριά από τα μεγάλα αστικά κέντρα. Σύμφωνα με τη σύγκριση του δείκτη τιμών καταναλωτή του Οκτωβρίου 2012 με τον αντίστοιχο δείκτη του Οκτωβρίου 2011, προκύπτει αύξηση κατά :

- 45,2% στο πετρέλαιο θέρμανσης
- 17,0% στο φυσικό αέριο
- 16,3% στην ηλεκτρική ενέργεια

Δεν μπορεί να αγνοηθεί και το γεγονός πως τα τελευταία 4,5 περίπου χρόνια οι μισθοί έχουν μειωθεί κατά μέσο όρο 30%. Καθώς, λοιπόν, οι τιμές του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του ηλεκτρισμού αυξάνονται, με παράλληλη μείωση των μισθών, τα

νοικοκυριά αναγκάζονται να περιορίσουν τις δαπάνες τους για ενέργεια. Η μείωση όμως της ενέργειας συνεπάγεται σε υποβάθμιση της ποιότητας ζωής. Σύμφωνα με τον Boardman (2010), η συνδυαστική σχέση ανάμεσα στην έλλειψη πόρων για ενέργεια και στην υγεία περιγράφεται ως εξής :

*"..αν τα άτομα δεν έχουν τη δυνατότητα να επιτύχουν ζεστή κατοικία και μένουν σε μια κρύα κατοικία, τότε αυτό είναι καταστρεπτικό για την υγεία.. Εξ' ορισμού, τα περισσότερα που γράφονται σχετικά με τις ασθένειες λόγω κρύου και για την υπέρβαση του αριθμού θανάτων κατά το χειμώνα, είναι μια περιγραφή της ενεργειακής φτώχειας."*

Η ανωτέρω αύξηση των ενεργειακών πόρων οδήγησε σε εναλλακτικές μεθόδους για παροχή ενέργειας, ενώ σε ορεινές κυρίως περιοχές απειλήθηκε ακόμα και η παιδεία. Παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια αύξηση της λαθροϋλοτομίας σε όλη την ελληνική επικράτεια, σχολικές εγκαταστάσεις απειλήθηκαν με αναστολή της λειτουργίας τους καθώς δεν μπορούσαν να εξασφαλίσουν τα καύσιμα της χρονιάς και όλα τα παραπάνω σημειώθηκαν σε ως επί το πλείστον ορεινές περιοχές. Πρόκειται για το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας, δηλαδή μιας κατάστασης όπου το νοικοκυριό θα πρέπει να πληρώνει περισσότερο από το 10% του εισοδήματός του για να έχει στο σπίτι του ένα αποδεκτό επίπεδο θέρμανσης (Πανάς Ε. 2012). Ο παραπάνω ορισμός περιλαμβάνει όλες τις υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα ο φωτισμός.

Σε περίπτωση, ωστόσο, σημαντικού κύματος επιστροφής στον ορεινό χώρο, δεν είναι βέβαιο ότι οι υφιστάμενες ενεργειακές υποδομές επαρκούν. Υπάρχουν, σε πολλές περιοχές, ανεπαρκή δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και τις περιόδους που συγκεντρώνεται πληθυσμός στα ορεινά χωριά, παρατηρούνται συχνά πτώσεις τάσεις και διακοπές ηλεκτροδότησης. Η περαιτέρω απελευθέρωση των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας θέτει εν αμφιβόλω τη συνέχιση της συντήρησης και επέκταση των δικτύων ηλεκτροδότησης στις ορεινές περιοχές, αφού ο ενεργειακός τομέας θα λειτουργεί, σχεδόν αποκλειστικά, με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια (Haselip & Hilson 2005).

Παρά τις δυσχέρειες που έχει να αντιμετωπίσει η ορεινή Ελλάδα ως προς τα συμβατικά καύσιμα, τα βουνά παρουσιάζουν εξαιρετικό δυναμικό για ΑΠΕ. Για το λόγο αυτό είναι μεγάλο το επενδυτικό ενδιαφέρον για την κατασκευή μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με αντισταθμιστικά οφέλη για τους τοπικούς πληθυσμούς στις περιοχές αυτές. Προκύπτουν ποικίλα ερωτήματα σχετικά με τις μονάδες αυτές, αν θα χρησιμοποιούν τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον, ή αν τα αντισταθμιστικά οφέλη θα είναι υπέρ των ντόπιων στην πραγματικότητα. Ωστόσο, είναι μια εναλλακτική για τα ορεινά που δε θα πρέπει να μένει ανεκμετάλλευτη πρώτα σε μικρή κλίμακα, δηλαδή από τους ίδιους τους κατοίκους για να βελτιώσουν τον τρόπο ζωής τους και έπειτα για ολόκληρες πόλεις και χωριά της περιοχής.

Συνεπώς, η ορεινή Ελλάδα, εν μέσω μιας μεταβατικής εποχής, κάθε άλλο παρά αδιάφορα μπορεί να σταθεί απέναντι στα ενεργειακά ζητήματα. Η εξασφάλιση της ενεργειακής τροφοδοσίας, η αντιμετώπιση των επιπτώσεων στις αυξήσεις των τιμών των καυσίμων, ο τρόπος χρήσης των ΑΠΕ, οι εφαρμογές τους στις κατοικίες και τις παραγωγικές δραστηριότητες και η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στα παλιά κτίρια, μέσω επεμβάσεων στα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των κτιριακών κελυφών, συνιστούν αναμφισβήτητα ιδιαίτερης σημασίας ζητήματα για τις προοπτικές των ορεινών περιοχών.

Η σημασία της ενασχόλησης με τα ενεργειακά ζητήματα των ορεινών περιοχών δεν περιορίζεται στη βελτίωση των προοπτικών του ελληνικού ορεινού χώρου. Στα βουνά του λεγόμενου αναπτυσσόμενου κόσμου, το βασικό διακύβευμα δεν είναι η εξασφάλιση της ενεργειακής τροφοδοσίας σε προσιτό κόστος και η μεγιστοποίηση του οφέλους των τοπικών κοινωνιών από την ανάπτυξη των ΑΠΕ, όπως στην Ελλάδα, την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Στην υποσαχάρια Αφρική, στην Ινδία, στο Νεπάλ, στο Περού, στη Βολιβία παραμένει κυρίαρχο ζητούμενο η πρόσβαση των ανθρώπων σε βασικές ενεργειακές υπηρεσίες. Μία ελάχιστη ηλεκτρική ισχύς, της τάξης των 100W κατά κεφαλήν (15% της μέσης κατά κεφαλήν ισχύος στον «ανεπτυγμένο» κόσμο), μπορεί να οδηγήσει σε ριζική βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των νοικοκυριών (Goldemberg et al. 1985). Και δεν είναι μόνο η ποιότητα ζωής και η έξοδος από την απόλυτη φτώχεια. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας έχει αποδειχτεί ότι παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση, εν γένει, με την οικονομική ανάπτυξη (Ferguson et al. 2000).

Πα' όλα αυτά, σχεδόν 30 χρόνια μετά τις εκτιμήσεις των Goldemberg et al., υπολογίζεται ότι πάνω από 1,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στην ενέργεια. Οι αγροτικές, απομονωμένες περιοχές (rural areas) στις οποίες εντάσσονται και οι ορεινές περιοχές αποτελούν τις περιοχές που κατ' εξοχήν πλήττονται από έλλειψη πρόσβασης σε ενεργειακές υπηρεσίες. Έτσι, η ανάπτυξη των ορεινών περιοχών του πλανήτη και η έξοδος των πληθυσμών τους από την απόλυτη φτώχεια έχει ως κεντρικό προαπαιτούμενο την ενεργειακή τροφοδοσία. Ένα επιπλέον σημαντικό θέμα είναι η παροχή επαρκών ποσοτήτων ενέργειας στις απομονωμένες ορεινές περιοχές, χωρίς να υπάρξει μεγάλη αύξηση στη χρήση ορυκτών καυσίμων και συνεπώς περαιτέρω ένταση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Οι ΑΠΕ και η αποκεντρωμένη, χωρίς σύνδεση με τα κεντρικά δίκτυα, ενεργειακή παραγωγή θεωρείται σημαντική ευκαιρία για τους πληθυσμούς χωρίς πρόσβαση σε ενέργεια (UNDP 2000, Reddy 2002). Έτσι, οι ορεινές περιοχές στον αναπτυσσόμενο κόσμο επίσης χρειάζονται εξειδικευμένη προσέγγιση ως προς τα ενεργειακά θέματα, για να έχουν ελπίδα να ξεφύγουν από τις συνθήκες φτώχειας που τις καθηλώνουν.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και η αξία των βουνών συνηγορούν στο ότι είναι αναγκαίο να υπάρξουν προσπάθειες και πολιτικές για την προστασία και ανάπτυξη των ορεινών περιοχών. Από το 1992, με ειδικό κεφάλαιο στην Agenda 21, το γεγονός αυτό έχει ενταχθεί στην παγκόσμια στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Οι δύο βασικοί

άξονες που τέθηκαν για την προστασία και ανάπτυξη των ορεινών περιοχών ήταν αφ' ενός η ενίσχυση της γνώσης για την οικολογία και τη βιώσιμη ανάπτυξη των ορεινών οικοσυστημάτων και αφ' ετέρου η προώθηση ολοκληρωμένων πολιτικών διαχείρισης των 7 υδατικών λεκανών και η δημιουργία ευκαιριών για εναλλακτική οργάνωση των ορεινών κοινοτήτων. Παρά τις προσπάθειες που έγιναν, με βάση εκτιμήσεις οργανισμών (UNDP 2000, ICIMOD 2010) και όπως φάνηκε και από ορισμένα από τα στοιχεία που παρατέθηκαν, οι ορεινές περιοχές συνεχίζουν να αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα, απέχοντας κατά πολύ από τους στόχους της βιώσιμης αναπτυξιακής πολιτικής. Γενικότερα, η βιώσιμη αειφόρος ανάπτυξη, δηλαδή η «ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες» (WCED 1987) φαίνεται ότι δεν έχει επιτύχει τις φιλόδοξες επιδιώξεις που έθεσε το 1987 η επιτροπή Brundtland, η οποία και επεξεργάστηκε το ζήτημα της αλλαγής της παγκόσμιας αναπτυξιακής στρατηγικής από την μονόπλευρη οικονομική μεγέθυνση προς μια περισσότερο ισόρροπη κατεύθυνση. Υπό την απόλυτη κυριαρχία των αγορών, από τους τρεις – θεωρητικά - «πυλώνες» της βιώσιμης ανάπτυξης (οικονομική αποτελεσματικότητα, κοινωνική δικαιοσύνη, προστασία του περιβάλλοντος) εμφανίζεται να προκρίνεται μόνο ο οικονομικός οδηγώντας στη συνέχιση και διεύρυνση των κοινωνικών ανισοτήτων και των περιβαλλοντικών προβλημάτων, ειδικά σε φύσει μη – ανταγωνιστικές περιοχές, όπως οι ορεινές.

Η διαμόρφωση ενός καλύτερου μέλλοντος για τις ορεινές περιοχές του πλανήτη περνά μέσα από την αναδιάρθρωση των κυρίαρχων πολιτικών που έχουν στον πυρήνα τους την ανταγωνιστικότητα και τη μεγιστοποίηση της ιδιωτικής κερδοφορίας. Στη θέση της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ανάγκη να διαμορφωθεί ένα διαφορετικό αναπτυξιακό μοντέλο, απελευθερωμένο από την κυριαρχία των δυνάμεων της αγοράς, που θα στοχεύει στην ισόρροπη ανάπτυξη όλων των τομέων της ανθρώπινης δραστηριότητας, με σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον. Συνεκτιμώντας ότι η επίτευξη μιας τέτοιας πραγματικής, ουσιαστικής και ισόρροπης ανάπτυξης πρέπει να αποτελεί προϊόν διεπιστημονικής προσέγγισης και συνεργασίας (Ρόκος 1996), τότε ένα σημαντικό τμήμα της συμβολής των τεχνολογικών επιστημών στην ανάπτυξη των ορεινών περιοχών δεν μπορεί παρά να σχετίζεται με τα ενεργειακά θέματα. Ο στόχος μπορεί να είναι διαφορετικός, αναλόγως των συνθηκών. Από την εξασφάλιση της στοιχειώδους πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια έως τη διασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου παροχής ενεργειακών υπηρεσιών και βελτιστοποίησης χρήσης των ενεργειακών πόρων. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η διαμόρφωση ολοκληρωμένων στρατηγικών για το περιβάλλον και την ανάπτυξη των ορεινών περιοχών έχει στον πυρήνα της την ενέργεια και η κοινωνική χρησιμότητα της έρευνας στο αντικείμενο αυτό είναι ιδιαίτερα υψηλή.

### 3.2. ΔΙΛΟΦΟ ΖΑΓΟΡΙΟΥ

Το Δίλοφο είναι ένα ορεινό χωριό του νομού Ιωαννίνων και ανήκει στο συγκρότημα των Ζαγοροχωρίων Ηπείρου<sup>10</sup>. Είναι χτισμένο σε υψόμετρο 900 μέτρων στις πλαγιές της Τύμφης και η περιοχή είναι κατάφυτη από δάση και κυρίως βελανιδιάς. Η πρόσβαση στο χωριό είναι εύκολη, ενώ απέχει 32 χιλιόμετρα από τα Ιωάννινα. Ο πληθυσμός



Εικόνα 3 : Το Δίλοφο Ζαγορίου

του σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 24 κάτοικοι, οι

οποίοι ασχολούνται με την κτηνοτροφία και τον τουρισμό. Χαρακτηριστικό του χωριού είναι η απαγόρευση κυκλοφορίας οχημάτων μέσα στον οικισμό, γεγονός που έχει βοηθήσει σημαντικά στη διατήρηση του παραδοσιακού χαρακτήρα και της αυθεντικής Ζαγορίσιας ταυτότητας που το κάνουν να ξεχωρίζει ανάμεσα στα περισσότερα χωριά του Ζαγορίου. Ο χαρακτηρισμός μάλιστα του οικισμού ως παραδοσιακού και διατηρητέου έχει ενισχύσει τον αναλλοίωτο χαρακτήρα του, αφού επιτρέπονται μόνο αναστηλώσεις και ανακατασκευές παλαιών κτισμάτων.

Παλαιότερη ονομασία του χωριού μέχρι το 1920 ήταν "Σωποτσέλι", που σημαίνει στα σλάβικα τόπος με πολλά νερά. Το όνομά του σήμερα το έχει πάρει από τους δύο λόφους πάνω στους οποίους είναι χτισμένο, με σχετικά μικρές κλίσεις. Το χωριό αναπτύσσεται γύρω από την κεντρική πλατεία (Μεσοχώρι), από όπου ξεκινούν ακτινωτά οι τρεις βασικοί πεζόδρομοι (καλντερίμια), που οδηγούν στις τρεις συνοικίες : Πάνω Μαχαλάς, Κάτω Μαχαλάς και Πέρα Μαχαλάς.

Όπως πολλά από τα Ζαγοροχώρια, έτσι και το Δίλοφο έχει αρκετά αξιοθέατα, τα οποία περιλαμβάνουν πέτρινες βρύσες, λιθόστρωτα καλντερίμια, μικρά εκκλησάκια και περίπου εκατό αρχοντικά, ανάμεσα στα οποία και η ψηλότερη κατοικία στην περιοχή, ύψους 13,5 μέτρων, το αρχοντικό Μακρόπουλου (Λουμίδη). Από τα αρχοντικά αυτά ελάχιστα κατοικούνται μόνιμα στις μέρες μας. Στο Μεσοχώρι υπάρχει η Αναγνωστοπούλειος Σχολή (Αρρεναγωγείο - Δημοτικό Σχολείο), και πάνω από την εκκλησία της Κοιμήσεως της Θεοτόκου που χρονολογείται από το 1850, υπήρχε το Παρθεναγωγείο.

Το Δίλοφο αποτελεί ίσως το μοναδικό χωριό στο Ζαγόρι που έχει διατηρήσει αναλλοίωτη την αρχιτεκτονική του. Κι αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι

<sup>10</sup> ΠΗΓΗ: <http://www.dilofos.gr>

αντιστάθηκε στην άκρατη τουριστική ανάπτυξη αλλά και στην επαγρύπνηση των κατοίκων κάθε φορά που γινόταν κάποια παρέμβαση στο χωριό τους όπως στα καλντερίμια. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν που το "Κεντρικό Συμβούλιο Νεωτέρων Μνημείων" του Υπουργείου Πολιτισμού το ανακήρυξε ως *Ιστορικό Τόπο*. Σύμφωνα με την κατά πλειοψηφία απόφαση του Συμβουλίου, ο οικισμός Δίλοφο Ζαγορίου κηρύσσεται ιστορικός τόπος «λόγω της αρχιτεκτονικής, πολεοδομικής και λαογραφικής σημασίας του».<sup>11</sup>

### 3.3. ΞΕΝΩΝΑΣ "ΓΑΙΑ"

Στο ιστορικό τόπο του Δίλοφου Ζαγορίου βρίσκεται και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Πρόκειται για τον ξενώνα "Γαία", χωρητικότητας 7 δωματίων. Η χρήση του κτιρίου από το 1862 ήταν κατοικία και συγκεκριμένα αρχοντικό. Εγκαταλειμμένο και ερειπωμένο με τα χρόνια, οι σημερινοί ιδιοκτήτες το μετέτρεψαν το 2004 σε ξενώνα, διατηρώντας τα χαρακτηριστικά του και προσπαθώντας να μην αλλοιώσουν το χαρακτήρα του.

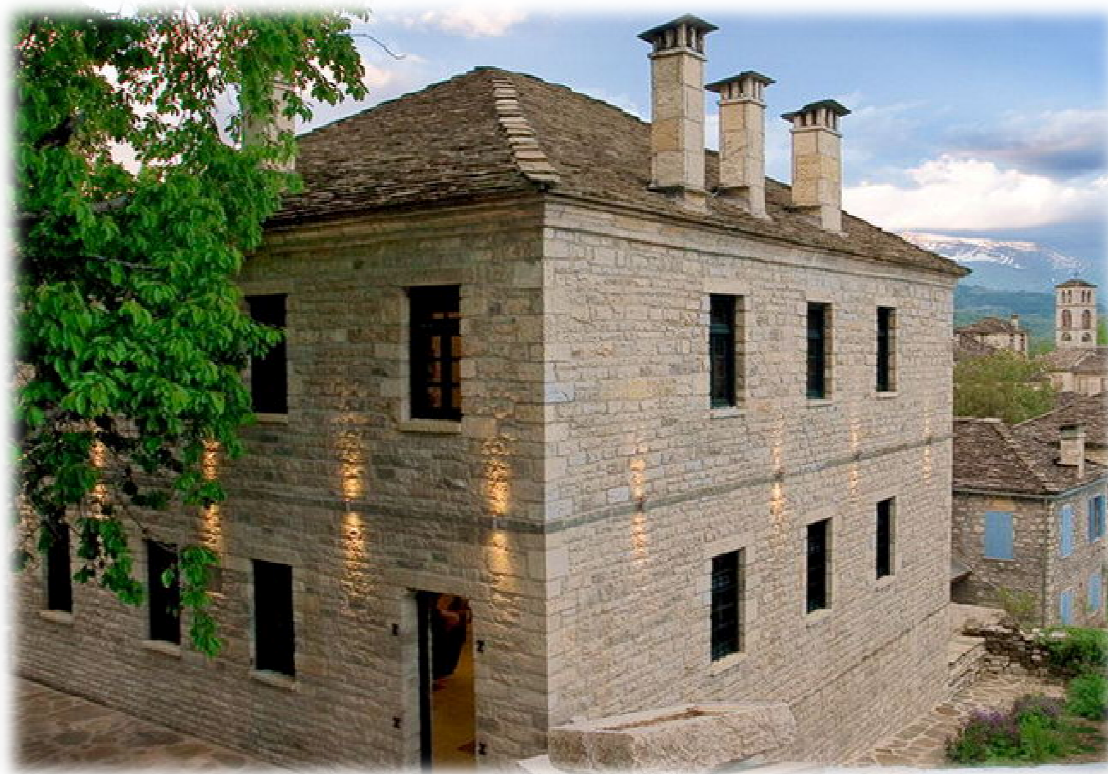


Εικόνα 4 : Επιγραφή στην είσοδο του ξενώνα

Το αρχοντικό ανακατασκευάστηκε με τις ίδιες πέτρες που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχή, κατάλληλα αριθμημένες ώστε να τοποθετηθούν στη σωστή θέση. Πρόκειται για άσπρη πέτρα και σχιστόλιθο, από την περιοχή όπως και τα περισσότερα κτίρια του χωριού, ενώ μαύρη πέτρα χρησιμοποιήθηκε για την επένδυση της στέγης και δρύινη ξυλεία για τα πατώματα, τα ταβάνια και τα έπιπλα εσωτερικά.

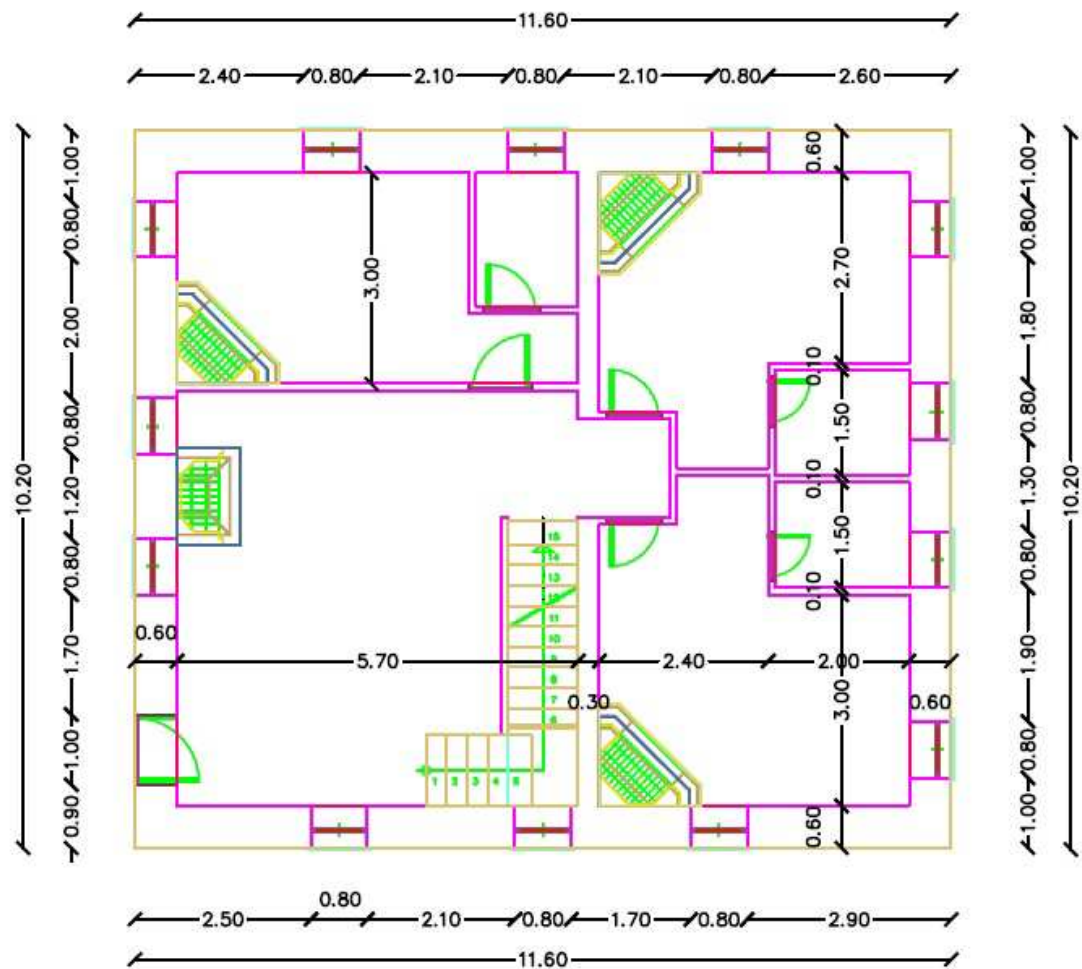
---

<sup>11</sup> ΠΗΓΗ: dilofog.gr



Εικόνα 5: Ο ξενώνας "Γαία"





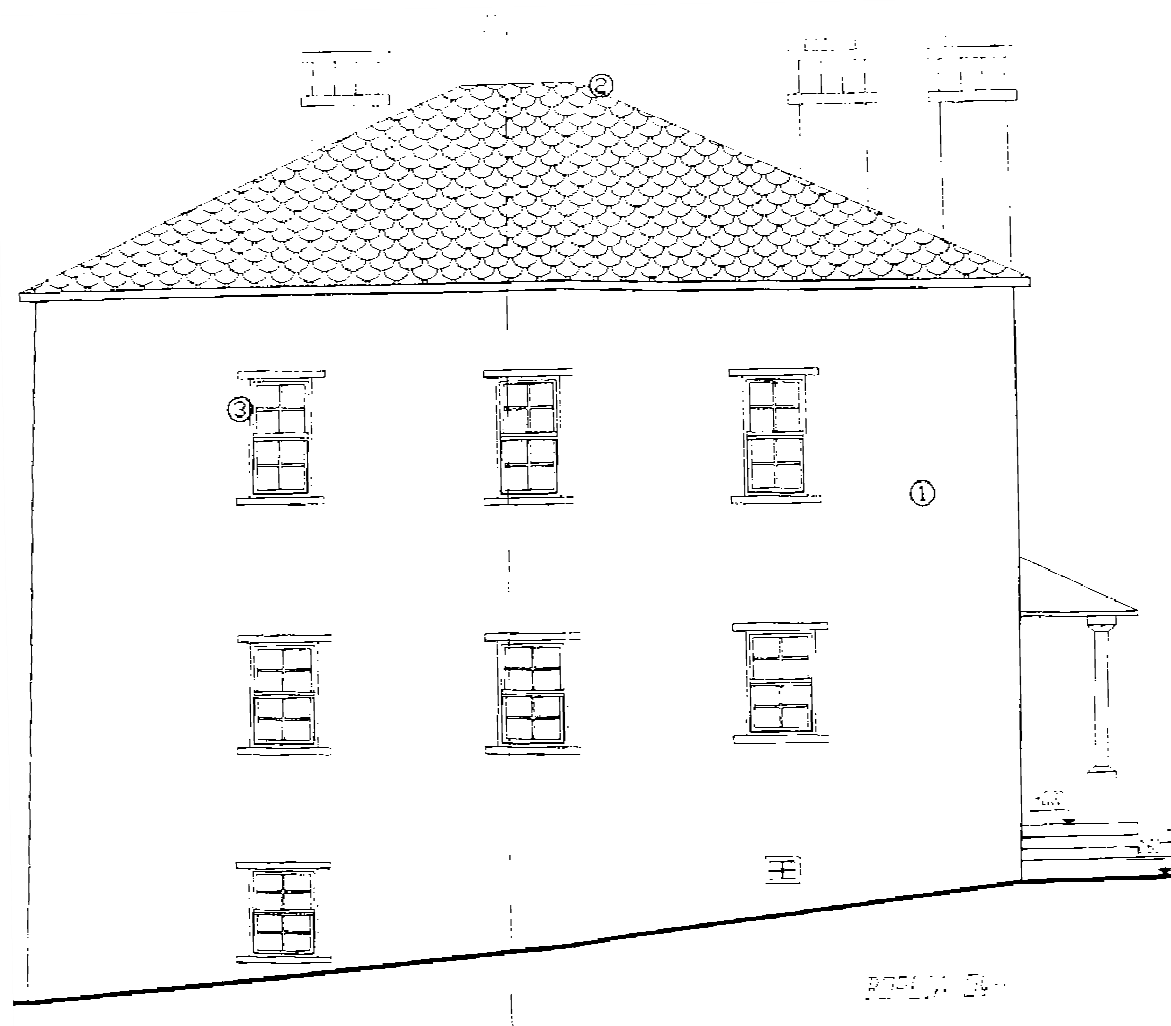
Εικόνα 6 : Κάτοψη ισογείου του ξενώνα "ΓΑΙΑ"







Εικόνα 8 : Δυτική όψη



Εικόνα 9: Βόρεια Όψη



#### **4.1. ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ**

Για την εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, η Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ), στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), ανέπτυξε το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ. Ένας μεγάλος αριθμός εξειδικευμένων επιστημόνων, αλλά και απλών χρηστών, συνέβαλαν στην προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωσή του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στη μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (ΤΕΕ).

Για τη βαθμονόμηση του κτιρίου, εισάγονται δεδομένα στο πρόγραμμα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές λογισμικού.

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).

#### **4.2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ**

Η θέση του κτιρίου προσδιορίζεται στο χώρο βάσει του προσανατολισμού του, δηλαδή της γωνίας που σχηματίζει ο άξονας του βορρά του κτιρίου με το γεωγραφικό βορρά. Η γωνία αυτή στην περίπτωση του κτιρίου μελέτης είναι  $-18^{\circ}$ .

Στο άμεσο εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου, το έδαφος παρουσιάζει κλίση και η θέση του στον οικισμό είναι στη βορειοδυτική πλευρά του, στην άκρη του χωριού. Παρόλα αυτά, στην ανατολική και νότια πλευρά υπάρχουν δύο κτίρια σε απόσταση 6 και 7 μέτρων περίπου αντίστοιχα. Τα κτίρια αυτά επηρεάζουν εν μέρει την απόδοσή του, αν

και η απόσταση είναι σχετικά μεγάλη, τόσο στην ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται, αλλά και για τους ανέμους.

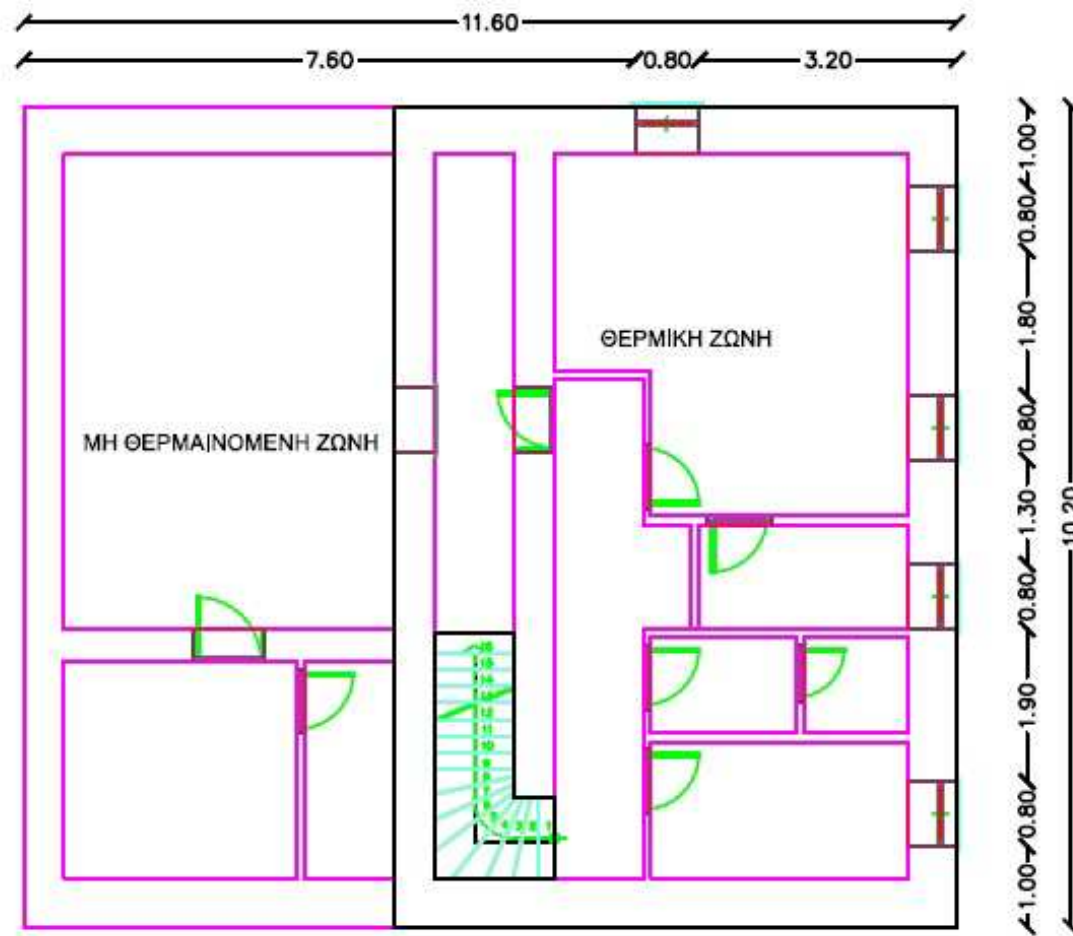
#### **4.2.1. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ**

Οι εσωτερικοί χώροι ενός κτιρίου δεν έχουν όλοι την ίδια ενεργειακή συμπεριφορά, επομένως είναι απαραίτητος ο καταμερισμός του σε θερμικές ζώνες, δηλαδή σε επί μέρους τμήματα αποτελούμενα από χώρους στους οποίους αναμένεται να αναπτυχθεί η ίδια θερμοκρασία. Κάθε ζώνη οριοθετείται στο λογισμικό από τις επιφάνειες που την περιβάλλουν, οι οποίες θεωρούνται επίσης ως τμήμα της ζώνης. Η ζώνη αυτή έχει δικά της θερμικά και εσωκλιματικά μεγέθη και δικό της εξοπλισμό συστημάτων θέρμανσης και αερισμού.

Το υπό μελέτη κτίριο χωρίζεται σε μία ζώνη και ένα μη θερμαινόμενο χώρο. Η ζώνη περιλαμβάνει το ισόγειο με τη reception και τα δωμάτια, τον όροφο με τα υπόλοιπα δωμάτια και ένα τμήμα του υπογείου που είναι ο χώρος του πρωινού και της προετοιμασίας του και ο μη θερμαινόμενος χώρος αναφέρεται στο υπόλοιπο τμήμα του υπογείου που είναι το λεβητοστάσιο και οι αποθήκες.

Οι χώροι που αποτελούν τη θερμική ζώνη έχουν όμοιες εσωτερικές συνθήκες και χρήση. Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, για να ανήκουν δύο ή περισσότεροι χώροι σε μία θερμική ζώνη πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις :

- η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να μη διαφέρει περισσότερο από 4 K για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο
- να έχουν την ίδια χρήση
- να έχουν εγκατεστημένο το ίδιο σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού
- να μην παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών



Εικόνα 10 : Κάτοψη υπογείου και διαχωρισμός ζωνών

#### 4.2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου χωρίζονται σε αδιαφανή και διαφανή.

Στα αδιαφανή στοιχεία συγκαταλέγονται :

- οι εξωτερικοί τοίχοι,
- το δάπεδο του υπογείου σε επαφή με το έδαφος,
- η οροφή του ορόφου,
- η στέγη,
- η πόρτα προς τον μη θερμαινόμενο χώρο και
- η εξώθυρα του κτιρίου.

Οι εξωτερικοί τοίχοι αποτελούνται από εμφανή λιθοδομή και στις δύο όψεις, το δάπεδο του υπογείου σε επαφή με το έδαφος είναι μάρμαρο επί οπλισμένης πλάκας σκυροδέματος 20, η οροφή του ορόφου είναι ξύλινη όπως και η στέγη, ενώ η εξώθυρα του κτιρίου είναι ξύλινη με διπλούς υαλοπίνακες. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των ανωτέρω διαφανών στοιχείων δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Αδιαφανές στοιχείο	Συντελεστής θερμοπερατότητας $U (W/m^2K)$
Εξωτερικός τοίχος	0,7
Δάπεδο υπογείου επί εδάφους	0,7
Οροφή ορόφου	0,5
Στέγη	0,5
Πόρτα προς ΜΘΧ	2,7
Εξώθυρα	2,7

**Πίνακας 4: Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων κτιρίου**

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a* (°)	e* (°)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	Υ-ΒΔ1	342	90	13.50	0.7	0.4	0.8	0.856	0.847	0.958	0.957	0.754	0.789
2	Τοίχος	Υ-ΒΑ1	72	90	23.32	0.7	0.4	0.8	0.959	0.956	1	1	1	1
3	Τοίχος	Υ-ΝΑ1	162	90	14.30	0.7	0.4	0.8	0.674	0.958	1	1	1	1
4	Τοίχος	Υ-ΝΔ1-ΜΘΧ	252	90	21.32	0.7	0.4	0.8	0	0	0	0	0	0
5	Πόρτα	Υ-ΘΝΔ-ΜΘΧ	252	90	1.89	2.700			0	0	0	0	0	0
6	Τοίχος	Ι-ΒΔ	342	90	31.92	0.7	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
7	Τοίχος	Ι-ΒΑ	72	90	26.76	0.7	0.4	0.8	0.959	0.956	1	1	1	1
8	Τοίχος	Ι-ΝΑ	162	90	31.92	0.7	0.4	0.8	0.674	0.958	0.854	0.954	0.647	0.789
9	Τοίχος	Ι-ΝΔ	252	90	25.52	0.7	0.4	0.8	0.647	0.844	0.734	0.647	1	1
10	Πόρτα	ΘΝΔ	252	90	2.20	2.700			0.508	0.723	0.741	0.655	1	1
11	Οροφή	ΔΑΠΕΔΟ-ΜΘΧ	0		62.22	0.7			0	0	0	0	0	0
12	Τοίχος	Ο-ΒΔ	342	90	35.50	0.7	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
13	Τοίχος	Ο-ΒΑ	72	90	29.69	0.7	0.4	0.8	0.959	0.956	1	1	1	1
14	Τοίχος	Ο-ΝΑ	162	90	35.50	0.7	0.4	0.8	0.674	0.958	0.854	0.955	0.648	0.745
15	Τοίχος	Ο-ΝΔ	252	90	29.69	0.7	0.4	0.8	0.647	0.844	1	1	1	1
16	Οροφή	ΟΡΟΦΗ-ΣΤΕΓΗ	0		127.20	0.5			1	1	1	1	1	1

**Εικόνα 11: Δεδομένα αδιαφανών στοιχείων στο λογισμικό TEE - KENAK**



Τα μόνα διαφανή στοιχεία που υπάρχουν στο κτίριο είναι τα παράθυρα, τα οποία είναι ξύλινα με δίδυμους υαλοπίνακες και διάκενο αέρα 6 mm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητάς τους είναι 3,1 W/(m<sup>2</sup>K) και το ποσοστό πλαισίου όπως προκύπτει από υπολογισμούς είναι 30%.

Επιλέξτε το δομικό στοιχείο της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (t)	F_hor_h (t)	F_hor_c (t)	F_ov_h (t)	F_ov_c (t)	F_fin_h (t)	F_fin_c (t)
1	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΥΓΒΔ1	342	90	0.80	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	1	1	1	1	1	1
2	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΥΓΒΑ1.2.3.4	72	90	3.20	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	0.748	0.816	1	1	1	1
3	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΗΓΒΔ1.2.3	342	90	2.88	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	1	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΗΒΑ1.2.3.4	72	90	3.84	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	0.965	0.962	1	1	1	1
5	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΗΝΑ1.2.3	162	90	2.88	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	0.709	0.959	1	1	1	1
6	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΗΝΔ1.2.3	252	90	2.88	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	0.669	0.848	1	1	1	1
7	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΟΒΔ1.2.3	342	90	3.36	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	1	1	1	1	1	1
8	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΟΒΑ1.2.3.4	72	90	4.48	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	1	1	1	1	1	1
9	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΟΝΑ1.2.3	162	90	3.36	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	1	1	1	1	1	1
10	Ανοιγόμενο κάλυμμα	ΟΝΔ1.2.3.4	252	90	4.48	Ξύλινο 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3.1	0.48	0	0	1	1	1	1
* 11														

Εικόνα 12: Δεδομένα διαφανών στοιχείων στο λογισμικό ΤΕΕ - KENAK

#### 4.2.3. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΛΟΓΩ ΑΕΡΟΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ)

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές φυσικού αερίου) ή των καμινάδων εστίων καύσης (τζάκι, θερμάστρα πετρελαίου ή ξύλων κ.ά.), καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν (TOTEE 20701-1).

Ο αερισμός μέσω των θυρίδων αερισμού ή των καμινάδων εστίων καύσης, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση, λαμβάνονται κατά περίπτωση και σύμφωνα με τον αριθμό τους. Στον ξενώνα υπάρχουν οχτώ (8) καμινάδες εστίων καύσης και σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του ΤΕΕ, η κάθε μία έχει διείσδυση αέρα που ισούται με 20 m<sup>3</sup>/h. Στο λογισμικό, οι υπολογισμοί αυτοί γίνονται αυτόματα, εισάγοντας μόνο τον αριθμό των καμινάδων.

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των χαραμάδων (αεροστεγείς ή όχι), το αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου, καθώς και από την αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:

$$V_{inf} = \sum (l * a) * R * H$$

όπου :

$l$  [m] το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά),

$\alpha$  [ $m^3/(hm)$ ] ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος,

$R$  [-] ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφανείας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα

$H$  [-] ο συντελεστής θέσης ανοίγματος και ανεμόπτωσης

Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση του κτηρίου και προκειμένου για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων λαμβάνεται συντελεστής  $R = 0,7$ , συντελεστής  $H = 1,87$  για κανονική ανεμόπτωση, ελεύθερη θέση και για ελεύθερες όψεις κτηρίου (μη ερχόμενες σε επαφή με όμορο). Μ' αυτές τις παραδοχές και για τις τιμές συντελεστή αεροδιαπερατότητας  $\alpha$ , όπως αναγράφονται στον σχετικό πίνακα της ΤΟΤΕΕ 20701-1, εκτιμήθηκαν τυπικές τιμές του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (δηλαδή λόγω διείσδυσης του αέρα) ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος ( $m^3/h/m^2$ ), για τυπικές διατομές κουφωμάτων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για παράθυρο ανοιγόμενο, με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση, η διείσδυση είναι  $10,0 m^3/h/m^2$ .

#### **4.2.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

##### **4.2.4.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Στο κτίριο είναι εγκατεστημένος λέβητας πετρελαίου, ισχύος 75,6 KW και βαθμού απόδοσης 88%. Πρόκειται για έναν λέβητα, ο οποίος λειτουργεί από Ιανουάριο έως Απρίλιο και από Οκτώβριο μέχρι Δεκέμβριο, με δίκτυο διανομής θερμού μέσου ισχύος 64,26 KW, βαθμού απόδοσης 94,5% και χώρος διέλευσης εσωτερικά του κτιρίου.

Το σύστημα θέρμανσης εξυπηρετεί μόνο τη θερμική ζώνη και η επιθυμητή θερμοκρασία ορίζεται στους 20°C. Η λειτουργία του είναι διακοπτόμενη, δηλαδή μόνο τις ώρες 17.00 μμ. με 08.00 πμ. και ενεργοποιείται μόνο όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 20°C, ενώ δίνεται και η δυνατότητα στους ενοίκους να χρησιμοποιήσουν και τα τζάκια των δωματίων. Το τζάκια που είναι τοποθετημένο στην είσοδο του κτιρίου είναι σχεδόν πάντα αναμμένο όλες τις ώρες της ημέρας τους χειμερινούς μήνες.

##### **4.2.4.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ**

Στο κτίριο ενσωματώνεται ένα υποθετικό σύστημα ψύξης προκειμένου να υπολογιστεί από το πρόγραμμα η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την εξασφάλιση άνετου εσωκλίματος, δηλαδή για την κάλυψη της διαφοράς από τη θερμοκρασία που θα επικρατούσε χωρίς τη λειτουργία συστήματος ψύξης μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τις τεχνικές οδηγίες του λογισμικού, αν στο υπό εξέταση κτίριο δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας (με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας 2,8 και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 1 για τον τριτογενή τομέα), με δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 0,95 και βοηθητικές μονάδες ισχύος 5W/m<sup>2</sup>.

### 4.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα TEE - KENAK, εκτελούνται οι υπολογισμοί και συγκρίνεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπάρχοντος κτιρίου με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.

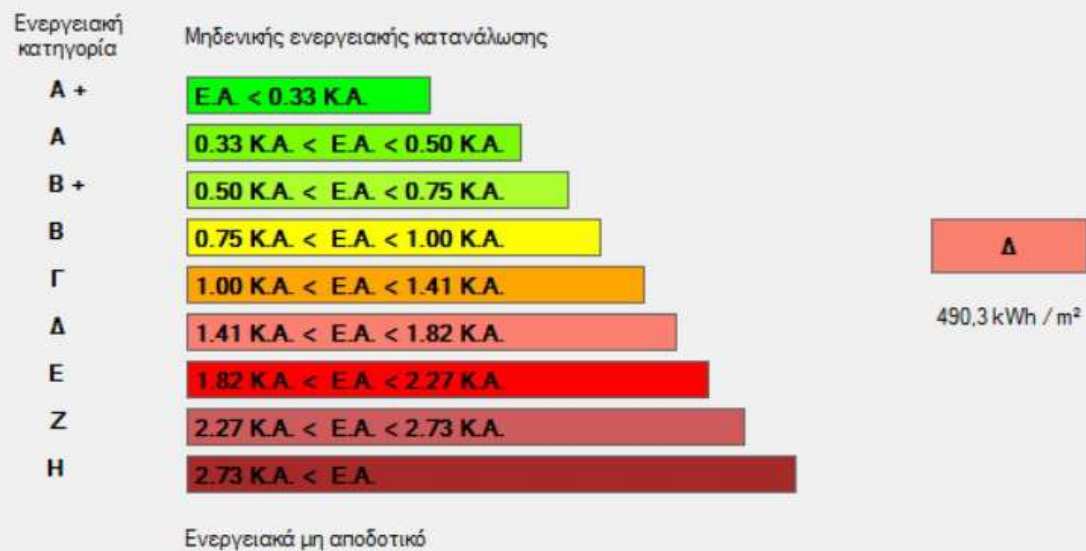
Στα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται οι καταναλώσεις ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και για φωτισμό. Η κατανάλωση για αερισμό συμπεριλαμβάνεται στη χρήση θέρμανσης και ψύξης.

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

Πίνακας 5 : Ενεργειακές κατηγορίες κατά KENAK

Το κτίριο, σύμφωνα με τα δεδομένα εισαγωγής, ανήκει στην κατηγορία Δ, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που ισούται με 490,3 kWh/m<sup>2</sup>. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους παρακάτω πίνακες.

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 7.05.2014 17:17



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	30,8	89,1
	Ψύξη	64,6	96,8
	ZNX	23,0	23,9
	Φωτισμός	212,0	280,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
	Σύνολο	330,4	490,3
	Κατάταξη	-	Δ

Πίνακας 6 : Βαθμονόμηση κτιρίου

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	12,5	9,5	5,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	5,4	11,5	45,8
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	19,5	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	51,9
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	2,1	1,9	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2	1,5	1,7	2,0	19,1

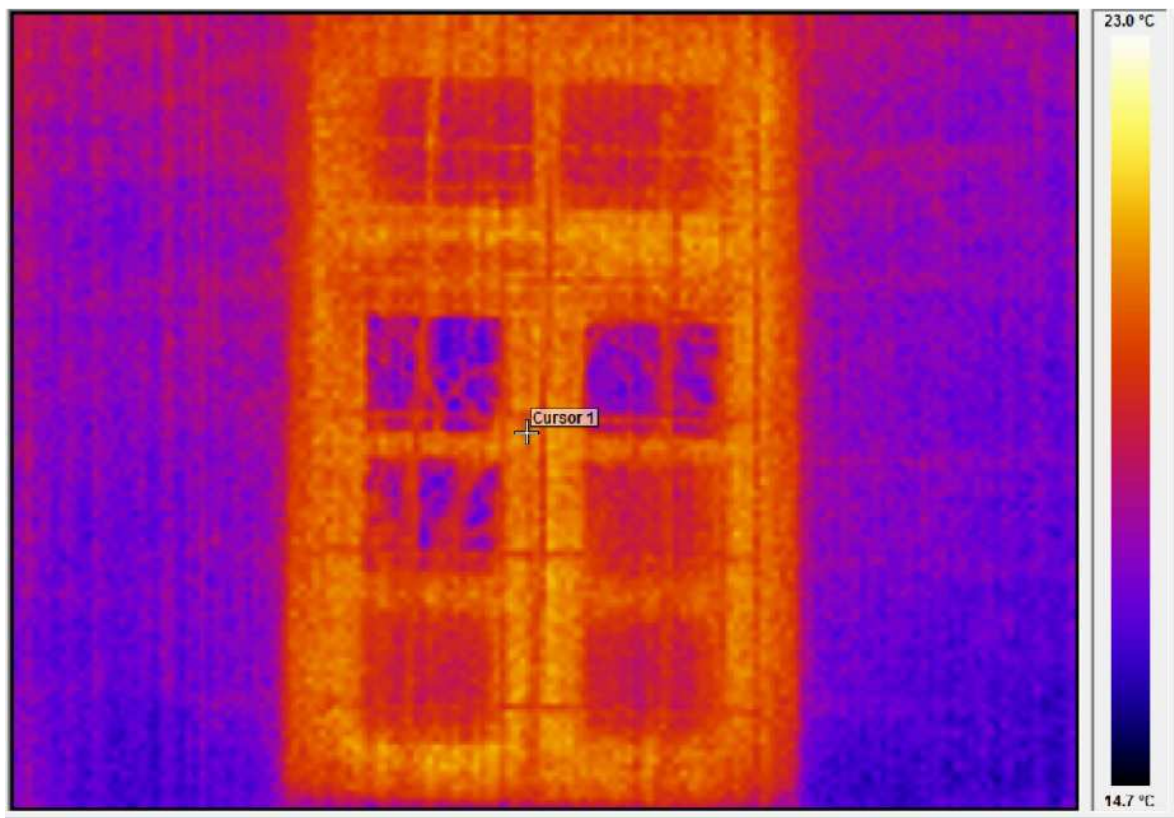
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	20,9	15,9	9,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	9,2	19,2	77,4
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	12,3	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4
	ZNX	2,4	2,1	2,2	1,9	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,7	1,9	2,3	21,7
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	8,2	7,4	8,2	8,0	8,2	8,0	8,2	8,2	8,0	8,2	8,0	8,2	96,7
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	31,5	25,5	19,7	12,2	9,9	19,0	21,9	20,9	9,4	10,5	19,1	29,7	229,2

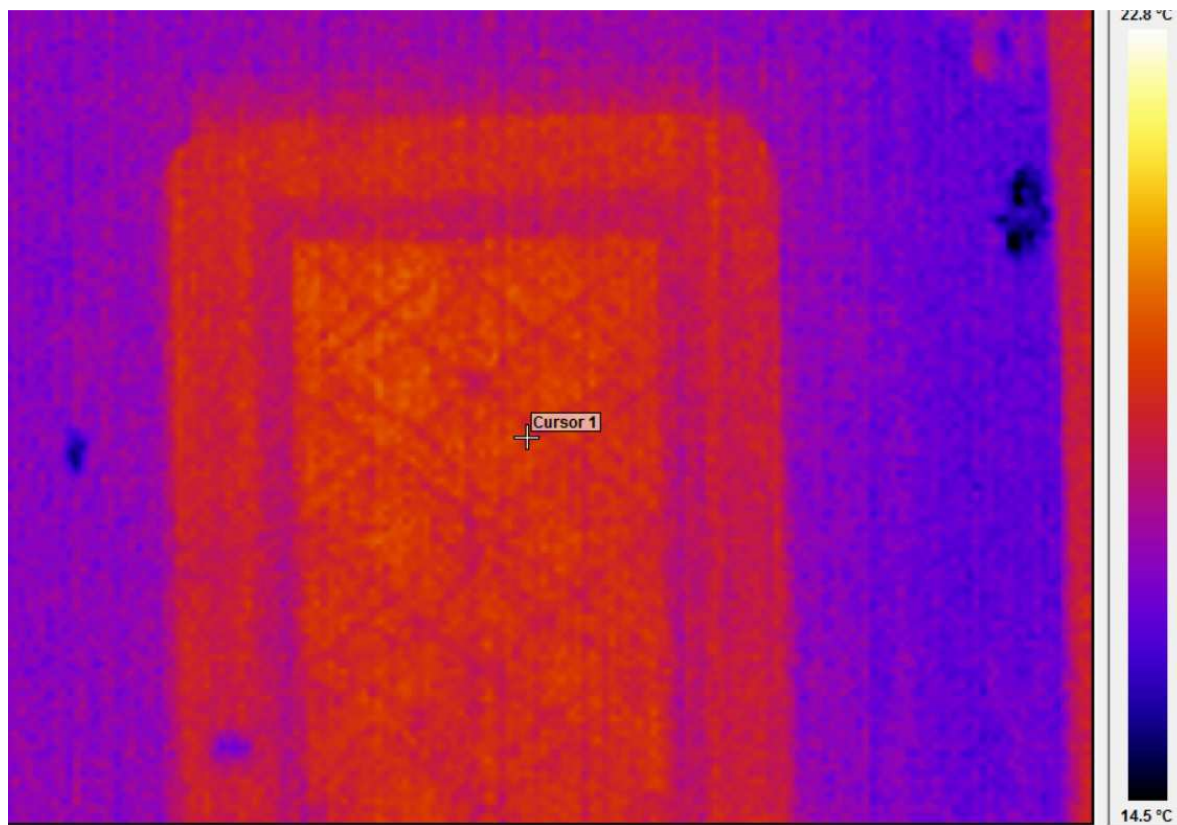
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶	Ηλεκτρισμός	137,4	135,9
	Πετρέλαιο	96,9	25,6
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	229,2	161,5

Πίνακας 7 : Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO<sub>2</sub>





Εικόνα 13: Θερμικές απώλειες τυπικού κουφώματος του ξενώνα



Εικόνα 14: Θερμικές απώλειες εξώθυρας ξενώνα

#### 4.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ - ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Από τα δεδομένα για τον ξενώνα στο Δίλοφο Ζαγορίου που εισήχθησαν στο λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, αλλά και του κόστους λειτουργίας του.

Βασικό πρόβλημα για τη βιωσιμότητά του είναι φυσικά τα λειτουργικά του έξοδα, τα οποία και πρέπει να μειωθούν, προτείνοντας στους ιδιοκτήτες κατάλληλες αλλαγές που θα λύσουν το οικονομικό πρόβλημα που προκύπτει, αλλά και θα εξασφαλίζουν σημαντικό περιβαλλοντικό όφελος για την περιοχή και όχι μόνο.

Οι απαιτήσεις - καταναλώσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, μπορούν να μετατρέψουν την καταναλωθείσα ενέργεια σε κόστος. Κατά συνέπεια, για τη θέρμανση, το κτίριο καταναλώνει  $77,4 \text{ kWh/m}^2$ , που αν πολλαπλασιαστεί με τα τετραγωνικά του έχουμε :

$$E = 77,4 \text{ kWh/m}^2 * 292,74 \text{ m}^2 = 22658 \text{ kWh}$$

Για τη μετατροπή της ενέργειας (E) σε ευρώ, απαιτείται πρώτα να υπολογιστεί η ποσότητα σε λίτρα, επειδή γνωρίζουμε το κόστος του πετρελαίου ανά λίτρο. Η αναγωγή αυτή γίνεται με τη βοήθεια της θερμογόνου ικανότητας του πετρελαίου. Η θερμομαντική ικανότητα (Θ.Ι.) ή θερμογόνος δύναμη είναι η ποσότητα θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση της μονάδας μάζας ενός συγκεκριμένου καυσίμου (στην περίπτωση αυτή το πετρέλαιο), είναι σταθερή και ονομάζεται επίσης θερμότητα καύσεως του καυσίμου αυτού. Η ανά μονάδα μάζας καυσίμου θερμομαντική ικανότητα μειώνεται, καθώς προχωράμε σε πιο βαριά πετρέλαια, ενώ η ανά μονάδα όγκου θερμομαντική ικανότητα αυξάνει, λόγω αύξησεως της πυκνότητας στα πιο βαριά πετρέλαια. Για το πετρέλαιο η θερμογόνος ικανότητα είναι  $10,06 \text{ kWh/lit}$ , επομένως :

$$\frac{E}{\Theta.Ι.} = \frac{22658 \text{ kWh}}{10,06 \text{ kWh/lit}} = 2252 \text{ lit}$$

Η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης την προηγούμενη και τη φετινή χρονιά είναι  $1,3 \text{ €/lit}$ , άρα :

$$2252 \text{ lit} * 1,3 \text{ €/lit} = 2928 \text{ €}$$

Για το ζεστό νερό χρήσης (ZNX) ακολουθείται η ίδια διαδικασία. Επειδή είναι εγκατεστημένος λέβητας πετρελαίου με boiler, η τιμή του πετρελαίου θα καθορίσει και το κόστος για το ZNX στον ξενώνα. Από τον Πίνακα 6, η κατανάλωση ενέργειας για ZNX είναι  $21,7 \text{ kWh/m}^2$  και η Θ.Ι. του πετρελαίου είναι  $10,06 \text{ kWh/lit}$ , επομένως :

$$21,7 \text{ kWh/m}^2 * 292,74 \text{ m}^2 = 6352 \text{ kWh}$$

$$\frac{6352 \text{ kWh}}{10,06 \text{ kWh/lit}} = 631 \text{ lit}$$

$$631 \text{ lit} * 1,3 \text{ €/lit} = 820 \text{ €}$$

Η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται με χρήση πετρελαίου είναι **29010 kWh** και αντιστοιχούν σε **2883 lit**. Συνεπώς το συνολικό κόστος ανέρχεται σε **3072 €**.

#### 4.5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ

Η οικονομία του περιβάλλοντος, ως κλάδος των οικονομικών, έχει διατρέξει μια παράλληλη πορεία με τη γενικότερη οικονομική θεωρία τουλάχιστον από τον 18<sup>ο</sup> 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 αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο τομέας των κατασκευών καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, γεγονός που θα πρέπει να προσμετράται στα νέα κτίρια ή στις αλλαγές στα ήδη υπάρχοντα. Δεν μπορεί να γίνεται λόγος για βιοκλιματική αρχιτεκτονική με κτίρια που καταναλώνουν ελάχιστες ποσότητες ενέργειας ή και μηδενικές για να λειτουργούν και να μην υπολογίζεται αυτό στα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας στα ενεργοβόρα κτίρια του παρελθόντος. Διότι, η ενέργεια που χρησιμοποιείται και είναι κυρίως από το πετρέλαιο, εκλύει ποσότητες CO<sub>2</sub> αρκετά σημαντικές που δεν πρέπει να αγνοηθούν. Άλλωστε, ένας από τους ελάχιστους δείκτες περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που μπορεί να ποσοτικοποιηθεί είναι η έκλυση CO<sub>2</sub>.

Η ποσότητα CO<sub>2</sub> που εκλύεται για την παραγωγή 1kWh θερμικής ενέργειας από πετρέλαιο είναι 0,264 Kg. Είναι ένας εύκολος τρόπος να κοστολογηθεί η χρήση πετρελαίου σε ένα κτίριο, αν είναι γνωστή η ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία του. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να οριστεί η περιβαλλοντική επιβάρυνση με αριθμούς. Επομένως για τον ξενώνα :

$$29010 \text{ kWh} * 0,264 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} = 7,66 \frac{\text{tn CO}_2}{\text{έτος}}$$



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

---

## 5.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ<sup>12</sup>

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 τα 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 στο χώρο.

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

---

<sup>12</sup> ΠΗΓΗ : [www.vkme.gr](http://www.vkme.gr)

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.

## **5.2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΞΕΝΩΝΑ "ΓΑΙΑ"**

Ο ξενώνας "ΓΑΙΑ", λόγω της θέσης του, απαιτεί μεγάλη ποσότητα ενέργειας για θέρμανση, ειδικά στην περίπτωση αυτή, όπου έχει τοποθετηθεί λέβητας πετρελαίου. Το ετήσιο κόστος για τη θέρμανση καθιστά απαγορευτική τη λειτουργία του τις περιόδους του χειμώνα, όταν η κίνηση δεν είναι σημαντική. Το κτίριο είναι δύσκολο να θερμανθεί άμεσα, εξαιτίας της τοιχοποιίας από πέτρα, και για το λόγο αυτό χρειάζεται αρκετές ώρες για να αποκτήσει ο χώρος την επιθυμητή θερμοκρασία. Όταν, λοιπόν, από τα επτά δωμάτια που διαθέτει, είναι κλεισμένα μόνο τα δύο, για ένα συνεχόμενο διήμερο, το κέρδος από τα δωμάτια αυτόματα πηγαίνει στη θέρμανση.

Η αντλία θερμότητας είναι μία ενδεχόμενη λύση στο πρόβλημα της θέρμανσης του ξενώνα. Με μικρό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας αποδίδει ικανοποιητικά επίπεδα θέρμανσης σε ολόκληρο το κτίριο. Στην περίπτωση που μπορούσε να συνδυαστεί με τη γεωθερμία, δηλαδή μια γεωθερμική αντλία θερμότητας, η οποία θα τροφοδοτείται με υφάλμυρο νερό από ιδιωτική γεώτρηση, το κόστος εγκατάστασης θα ήταν μεγάλο, αλλά η απόσβεσή της θα ήταν εφικτή σε λίγα χρόνια από την εγκατάσταση. Ωστόσο, το χωριό και φυσικά το οικόπεδο του ξενώνα δεν ευνοεί μια τέτοια λύση, οπότε η αερόψυκτη αντλία θερμότητας είναι η ιδανικότερη λύση.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις - καταναλώσεις που προέκυψαν από το λογισμικό του ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση είναι  $45,8 \text{ kWh/m}^2$ , επομένως για το σύνολο του κτιρίου έχουμε :

$$45,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 292,74 \text{ m}^2 = 13407 \text{ kWh (ζήτηση ενέργειας)}$$

Αν η αντλία θερμότητας που εγκατασταθεί έχει βαθμό αποδοτικότητας 3 για τη θέρμανση, τότε η κατανάλωση είναι η ζήτηση προς το βαθμό απόδοσης :

$$\frac{13407 \text{ kWh}}{3} = 4469 \text{ kWh ηλεκτρικής ενέργειας}$$

Από τα τιμολόγια της ΔΕΗ, το κόστος του ηλεκτρισμού με τις διάφορες επιβαρύνσεις είναι περίπου 0,15 € / kWh, άρα :

$$4469 \text{ kWh} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 670 \text{ €}$$

Αντίστοιχα, για το ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ), αν η αντλία θερμότητας έχει βαθμό αποδοτικότητας 2,5, τότε και πάλι από τον πίνακα απαιτήσεων - καταναλώσεων του ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ, έπειτα από τους υπολογισμούς προκύπτει ότι

$$\text{ζήτηση ενέργειας} : 19,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 292,74 \text{ m}^2 = 5591 \text{ kWh},$$

$$\text{κατανάλωση ενέργειας} : \frac{5591 \text{ kWh}}{2,5} = 2236 \text{ kWh}$$

$$\text{κόστος} : 2236 \text{ kWh} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 335 \text{ €}$$

Συνολικά, λοιπόν, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από τους υπολογισμούς του λογισμικού ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ και το τρέχον τιμολόγιο της ΔΕΗ, είναι :

$$4469 \text{ kWh} + 2236 \text{ kWh} = 6705 \text{ kWh}$$

$$\text{και το συνολικό κόστος} : 670 \text{ €} + 335 \text{ €} = 1005 \text{ €}$$

Σημαντική παράμετρος και στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας είναι η περιβαλλοντική επιβάρυνση, δηλαδή οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, που στην περίπτωση αυτή είναι :

$$6705 \text{ kWh} * 0,989 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 6,63 \frac{\text{tn CO}_2}{\text{έτος}}$$

Τα τελικά ποσά ενέργειας και κόστους, αν συγκριθούν με τα αντίστοιχα του πετρελαίου παρατηρείται εξοικονόμηση τόσο οικονομική όσο και περιβαλλοντική. Συγκεντρωτικά :

	Πετρέλαιο Θέρμανσης	Αντλία Θερμότητας
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	29010 kWh	6705 kWh
Οικονομικό Κόστος	3072 €	1005 €
Περιβαλλοντική επιβάρυνση	7,66 tnCO <sub>2</sub> /έτος	6,63 tnCO <sub>2</sub> /έτος

**Πίνακας 8 : Συγκεντρωτικός πίνακας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας - κόστους - περιβαλλοντικής επιβάρυνσης για πετρέλαιο θέρμανσης και αντλία θερμότητας**

Συμπερασματικά, η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την αντλία θερμότητας ως προς το οικονομικό κόστος είναι **2067 €** , δηλαδή της τάξεως του **67 %**, ενώ αντίστοιχα το περιβαλλοντικό όφελος είναι **1,03 tnCO<sub>2</sub>/έτος**, δηλαδή **13 %** σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης. Αν και υπάρχει περιβαλλοντικό όφελος, σε σχέση με τη

χρήση πετρελαίου, αυτό δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο και μας οδηγεί σε σκεπτικισμό αναφορικά με τις επικρατούσες ευρωπαϊκές πολιτικές, οι οποίες θέτουν τη χρήση αντλιών θερμότητας στο επίκεντρο των πολιτικών για βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του ενεργειακού τομέα. Για να επιτευχθεί σημαντική μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, εφ' όσον χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας, θα πρέπει να υπάρξει περαιτέρω διείσδυση ΑΠΕ στο ηλεκτρικό σύστημα, ώστε ο ηλεκτρισμός που καταναλώνουν οι αντλίες να προέρχεται από περιβαλλοντικά φιλικές πηγές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

---

## 6.1. ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ<sup>13</sup>

### 6.1.1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ

Η οικονομική ανάλυση στοχεύει στον υπολογισμό των ταμειακών ροών που θα προκύψουν από την υλοποίηση του υπό διερεύνηση επενδυτικού σχεδίου. 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 :

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

**Πίνακας 9 : Πίνακας ταμειακών ροών επενδυτικού σχεδίου**

<sup>13</sup> ΠΗΓΗ : Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ. (2004). "Χρηματοοικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων". Σημειώσεις μαθήματος "Οικονομική του Περιβάλλοντος". ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη". ΕΜΠ.

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.

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.

### 6.1.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ

Ο πίνακας ταμειακών ροών αποτελεί τη βάση για την αξιολόγηση ενός ή περισσότερων 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)

#### 6.1.2.1. Η ΚΑΘΑΡΑ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ

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:

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

όπου: ΚΠΑ = η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου

$ΚΤΡ_\tau$  = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος  $\tau$

$E_0$  = η αρχική επένδυση το χρόνο  $\tau=0$

$v$  = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$\varepsilon$  = το επιτόκιο προεξόφλησης

Το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται 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.

#### 6.1.2.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Η ΕΑΚ ορίζεται μαθηματικά ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλ. εκείνο το επιτόκιο που 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 έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα.

Ο τύπος που δίνει την ΕΑΚ είναι ο ακόλουθος:

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

όπου: ΚΤΡ<sub>t</sub> = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος t

E<sub>0</sub> = η αρχική επένδυση το χρόνο t=0

v = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

ΕΑΚ = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την ΚΠΑ = 0

#### 6.1.2.3. ΚΠΑ - ΕΑΚ

Όταν εξετάζεται ένα εναλλακτικό σχέδιο ανεξάρτητα από εναλλακτικές επιλογές, τότε οι όροι αποδοχής ή απόρριψής του σε σχέση με τα δύο αυτά 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.

Ανεξαρτήτως χρησιμοποιούμενου κριτηρίου, όταν πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών επενδυτικών σχεδίων προκρίνεται το σχέδιο που εμφανίζει την καλύτερη απόδοση, δηλ. την υψηλότερη ΚΠΑ ή την υψηλότερη ΕΑΚ. Όπως αναφέρθηκε και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρύτατα και μάλιστα σε συνδυασμό, καθώς κάθε μία από τις δύο μεθόδους εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

## 6.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Κάθε επενδυτικό σχέδιο μιας επιχείρησης δύναται να υλοποιηθεί όταν το κόστος της επένδυσής του αποσβέσει έπειτα από ένα εύλογο χρονικό διάστημα, χωρίς να διακυβεύεται η βιωσιμότητα της επιχείρησης. Με βάση τη χρηματοοικονομική ανάλυση και των κριτηρίων της καθαρής παρούσας αξίας και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης, η υλοποίηση ή όχι του σχεδίου μπορεί να υπολογιστεί.

Στην περίπτωση του ξενώνα, το επενδυτικό σχέδιο που πρέπει να αξιολογηθεί είναι η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας. Από τους ανωτέρω υπολογισμούς, διαπιστώθηκε πως η πραγματική θερμική ισχύς που απαιτείται για τη λειτουργία του κτιρίου είναι περίπου 30 kW, συμπεριλαμβανομένου και του ΖΝΧ. Αυτό σημαίνει πως απαιτούνται δύο αντλίες θερμότητας, των 16 kW η καθεμία, και σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές της αγοράς, το κόστος εγκατάστασής τους είναι περίπου 14.000 €. Στο ποσό αυτό αν προστεθεί και το κόστος εγκατάστασης ηλεκτροστατικών βαλβίδων στα σώματα του καλοριφέρ, τότε το κόστος αυξάνεται κατά 1.000 €.

Με δεδομένο το επιτόκιο προεξόφλησης στο 8%, το οικονομικό όφελος της εγκατάστασης αντλίας θερμότητας έναντι του συνήθους λέβητα πετρελαίου που είναι 2067 € και το ετήσιο κόστος της αντλίας να κυμαίνεται στα 150 €, προκύπτει η ταμειακή ροή του επενδυτικού σχεδίου, που είναι η διαφορά της εξοικονόμησης ενέργειας με το κόστος συντήρησης, δηλαδή :

ταμειακή ροή : ταμειακή εισροή - ταμειακή εκροή =

$$2067 \text{ €} - 150 \text{ €} = 1917 \text{ €} \text{ για κάθε χρόνο για 20 χρόνια.}$$

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 του έργου, στην περίπτωσή μας τα 20 χρόνια, 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 :

$$ΠΤΡ = ΚΤΡ_t * (1 + i)^{-t}$$

όπου ΠΤΡ = προεξοφλημένη ταμειακή ροή

$KTP_t$  = καθαρή ταμειακή ροή το χρόνο  $t$

$i$  = το επιτόκιο προεξόφλησης

Συγκεντρώνοντας όλα όσα αναφέρθηκαν και στην προηγούμενη ενότητα, τότε :

Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Επένδυση</b>	15000																					
<b>Εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας</b>		2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067	2067
<b>Κόστος συντήρησης</b>		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<b>Ταμειακή ροή</b>	-15000	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917
<b>Προεξοφλημένη ταμειακή ροή</b>		1775	1644	1522	1409	1305	1208	1119	1036	959	888	822	761	705	653	604	560	518	480	444	411	
<b>Επιτόκιο προεξόφλησης</b>		8%																				
<b>Καθαρή παρούσα αξία</b>	3821																					
<b>Εσωτερικός βαθμός απόδοσης</b>	11%																					

Πίνακας 10: Πίνακας χρηματοοικονομικής ανάλυση

### 6.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα παραδοσιακά κτίρια των ορεινών οικισμών είναι χτισμένα από πέτρα. Μία γενική εντύπωση που υποστηρίζει πως οι μεγάλοι πάχους φέροντες πέτρινοι τοίχοι έχουν καλή ενεργειακή συμπεριφορά είναι λανθασμένη. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της λιθοδομής πάχους 50 cm είναι εξαπλάσιος του μέγιστου επιτρεπόμενου κατά ΚΕΝΑΚ. Η εντύπωση περί της καλής ενεργειακής συμπεριφοράς των παραδοσιακών κτιρίων οφείλεται στο γεγονός ότι η λιθοδομή έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα, δηλαδή μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Αυτό συνεπάγεται ότι, εφόσον θερμανθεί ένα πέτρινο σπίτι, οι τοίχοι αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας, τα οποία αποδίδονται στη συνέχεια σταδιακά στο χώρο, δημιουργώντας ευχάριστη αίσθηση. Περισσότερο ευχάριστη είναι η αίσθηση δροσιάς το καλοκαίρι εντός των πέτρινων κτιρίων που επίσης οφείλεται στην υψηλή θερμοχωρητικότητα της πέτρας και στις κλιματικές συνθήκες που, εν γένει, επικρατούν στην ορεινή Ελλάδα. Γενικώς, όμως, οι σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις δεν μπορούν να καλυφθούν από ένα παχύ πέτρινο τοίχο. Είναι απαραίτητη η προσθήκη μονωτικών υλικών και αυτό προκύπτει γενικώς στις ενεργειακές προσομοιώσεις παραδοσιακών κατοικιών (Καρατσιώρη, 2008).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών απωλειών στα παραδοσιακά κτίρια οφείλεται στο κέλυφος, λόγω του υψηλού συντελεστή θερμοπερατότητας και των μικρών ανοιγμάτων σε σχέση με το συνολικό εμβαδόν της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου. Λόγω του παραδοσιακού του χαρακτήρα, και ο ξενώνας "ΓΑΙΑ" παρουσιάζει αυτή την ιδιομορφία, με αναλογία απωλειών ανοιγμάτων προς απώλειες κελύφους να είναι περίπου στο 1 προς 5.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντικές σε κτίρια των ορεινών περιοχών, καθώς εξασφαλίζουν τη βιωσιμότητά τους. Είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας με τη βοήθεια ειδικών κινήτρων, όπως τα προγράμματα που προωθεί η κοινωνία. Ειδικά για τους ορεινούς ξενώνες, η βελτιστοποίηση της ενεργειακής τους συμπεριφοράς και η μείωση των λειτουργικών εξόδων αποτελούν τη βασικότερη παράμετρο για την εξασφάλιση της βιώσιμης λειτουργίας τους, ειδικά σε περιόδους, όπως η τρέχουσα που χαρακτηρίζονται από μείωση του κύκλου εργασιών.

Μια επένδυση, βέβαια, κρίνεται υλοποιήσιμη και ελκυστική όταν η αποπληρωμή της γίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα και όχι μετά από πολλά χρόνια. Στην ουσία, όμως, δεν είναι ένα μέγεθος μετρήσιμο μόνο με έναν παράγοντα, αλλά πρόκειται για μια εξίσωση πολυπαραγοντική, καθώς υπάρχουν μεγέθη που δε λαμβάνονται υπόψη, παρόλο που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο.

Η αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου, αλλά και η ίδια η περιοχή μελέτης, που είναι ορεινή με αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες τους χειμερινούς μήνες απαιτούν μεγάλες

ποσότητες θερμικής ενέργειας. Η κατανάλωση πετρελαίου είναι μεγάλη, προσπαθώντας να καλυφθούν οι απαιτήσεις των χρηστών σε θερμότητα, ωστόσο είναι ιδιαίτερα επιζήμια για την ίδια την επιχείρηση. Η μείωση των κρατήσεων λόγω της οικονομικής κρίσης, σε συνδυασμό με την αυξημένη τιμή του πετρελαίου θέτουν σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα του ξενώνα.

Η αντλία θερμότητας είναι μια συμφέρουσα λύση στην περίπτωση αυτή, καθώς χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία της, με χαμηλότερο κόστος σε σχέση με το πετρέλαιο. Το κόστος εγκατάστασής της είναι σημαντικό, ενώ ισχύει πως όσο μικρότερη είναι η περίοδος ανάκτησης του κεφαλαίου τόσο ασφαλέστερη θεωρείται η επένδυση. Γενικά, σχέδια με περίοδο ανάκτησης κεφαλαίου μεγαλύτερη από 7-8 χρόνια θεωρούνται από τους επενδυτές ριψοκίνδυνα ή χαμηλής απόδοσης (Torries, 1998). Ένα, όμως, άλλο ενδιαφέρον σημείο ως προς το κριτήριο αυτό είναι ότι προσφέρει μια καλή εικόνα των εσόδων που εισρέουν από την επένδυση. Βασικό σημείο λοιπόν, είναι και η ένταση της ταμειακής ροής, δηλαδή της εισροής των εσόδων (κέρδος κρατήσεων μείον τα έξοδα και τους φόρους). Αυτό έχει μεγαλύτερη βαρύτητα, όταν η διάρκεια ζωής της επένδυσης μπορεί να επεκταθεί σε περισσότερα από πέντε έτη και στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας αυτό ισχύει. Άλλωστε, όπως φαίνεται στον πίνακα χρηματοροών τα λεγόμενα και ισχυρά κριτήρια αξιολόγησης επένδυσης, δηλαδή η καθαρή παρούσα αξία και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι απολύτως ικανοποιητικά. Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, πως σε περίπτωση μείωσης της τιμής του πετρελαίου, η περίοδος αποπληρωμής του συγκεκριμένου επενδυτικού σχεδίου είναι περίπου στα 12 χρόνια, που σημαίνει πως ίσως να μην είναι η καταλληλότερη λύση για τον ξενώνα. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να γίνει μια ανάλυση ευαισθησίας, λαμβάνοντας υπόψη τις διακυμάνσεις της τιμής του πετρελαίου, ώστε να αξιολογηθεί το σενάριο αυτό αν είναι ή όχι υλοποιήσιμο.

Εν κατακλείδι, η αντλία θερμότητας για την περίπτωση του ξενώνα "ΓΑΙΑ" στο Δίλοφο Ζαγορίου είναι ένα απαραίτητο μέτρο που πρέπει να πάρει η επιχείρηση ώστε να εξασφαλίσει τη βιωσιμότητά της, σε συνδυασμό εν μέρει και με το λέβητα πετρελαίου. Οι αντλίες χρησιμοποιούν μια διαφορά θερμοκρασίας της τάξεως των 7 °C και σε μια ορεινή περιοχή όπως το Δίλοφο, οι διαφορές θερμοκρασίας είναι πολύ μεγαλύτερες. Έτσι, με τη βοήθεια του λέβητα πετρελαίου, αλλά και των εστιών καύσης που υπάρχουν σε κάθε χώρο του ξενώνα, το λειτουργικό κόστος μειώνεται σημαντικά. Επιπλέον, η μείωση των κερδών από τις κρατήσεις αναγκάζει τους ιδιοκτήτες να λειτουργούν τον ξενώνα μόνο μερικές μέρες την εβδομάδα, κυρίως σαββατοκύριακα και αργίες, και λόγω της πέτρας που κυριαρχεί σε όλο το κτίριο και στην περιοχή, γίνεται μεγάλη κατανάλωση πετρελαίου ώστε να θερμανθεί όλος ο χώρος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η εμφανής πέτρινη τοιχοποιία καθιστά δύσκολη την εύρεση λύσης με στόχο τη θωράκιση του κτιριακού κελύφους, οπότε η αλλαγή του συστήματος θέρμανσης είναι μονόδρομος. Και, παρά το υψηλό κόστος της αντλίας θερμότητας, το όφελος στην επιχείρηση και στους ιδιοκτήτες, ειδικότερα, αντισταθμίζει οποιαδήποτε αμφιβολία.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Boardman, B. (2010). *"Fixing Fuel Poverty. Challenges and Solutions"*. Earthscan, London UK.

NORDREGIO (2004). *"Mountain areas in Europe. Analysis of Mountain areas in EU member states, acceding and other European countries"*. Report for the European Commission.

Αξαρχλή Κ. (2009). *"Ενεργειακός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Γενικές αρχές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού"*. 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.

Αξαρχλή Κ. (2009). *"Παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων : υπολογισμοί και συστήματα ελέγχου της απόδοσης"*. 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. (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.

Γαγλία Α. (2009). *"Ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Κτίριο αναφοράς"*. Προσυνεδριακή εκδήλωση "Εξοικονόμηση και Διαχείριση ενέργειας στα κτίρια". ΤΕΕ & Περιφερειακό τμήμα Νομού Κέρκυρας. Κέρκυρα.

Διαμαντόπουλος Γ., Καλογερά Δ-Μ., Καρόκης Β., Κουτσόπουλος Β., Τσαούτου Α. (2011). *"Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική"*. Εργασία για το μάθημα "Τεχνολογία" του Ελληνοαμερικάνικου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος - Κολλέγιο Ψυχικού. Αθήνα.

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.

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

Πανάς Ε.Ε. (2012). *"Έρευνα για την ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα"*. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Στατιστικής. Αθήνα.

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

#### **ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ**

[http:// www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)

<http://www.econews.gr>

<http://www.dilofo.gr>

<http://www.gaia-dilofo.gr>

<http://www.yourhome.gov.au>

<http://www.renewable.gr>

<http://www.cres.gr>

<http://www.buildings.gr>

<http://www.e-greenbuilding.gr>

<http://realconstruction.gr>

<http://www.biomassenergy.gr>

<http://www.vkme.gr>