



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ:**

**«ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ  
ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:**

**Παραδείγματα από την πόλη της Λάρισας»**

**ΚΑΛΟΥΣΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ**

**ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2019**

**«ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ  
ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:  
Παραδείγματα από την πόλη της Λάρισας»**

**”CONTEMPORARY ENERGY SAVING METHODS  
FOR REDUCE CLIMATE CHANGE:  
Examples from the city of Larissa”**

# **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ του τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ  
ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ της ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ του  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΣΚΑΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΝΤΕΛΕΩΝ**

ΜΕΛΟΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ του τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ  
ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ της ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ του  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΣΑΓΚΡΑΣΟΥΛΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ**

ΜΕΛΟΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ της σχολής ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Στους γονείς μου

Σάχη & Μαρίνα

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του ΤΜΧΠΠΑ και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λ.π., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του ΠΘ ή και του ΤΜΧΠΠΑ.

**Ημερομηνία:**

**Όνοματεπώνυμο:**

**Υπογραφή:**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος»

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια του τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης Χριστοπούλου Όλγα για την καθοδήγηση και υποστήριξή της σε όλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας

Ευχαριστώ ακόμη το Δήμο Λαρισαίων και ιδιαίτερα τον αντιδήμαρχο κύριο Σούλη Γεώργιο για την άμεση ανταπόκριση και την παραχώρηση μελετών και σχεδίων από κτίρια του Δήμου Λάρισας

Τις ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην μητέρα μου η οποία ήταν η υποκινήτρια και υποστηρίκτρια σε όλη την διαδικασία της ολοκλήρωσης της προσπάθειάς μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την βιομηχανική ανάπτυξη και τις αστικές συνθήκες των ανθρώπων οδήγησαν στην υπερεκμετάλλευση των φυσικών και ενεργειακών πόρων. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω τα ακραία καιρικά φαινόμενα πλήττουν όλο και περισσότερο τις οικονομίες των κρατών.

Στο θέμα της παρούσας διατριβής γίνεται μια αναφορά για τους περιορισμούς της κλιματικής αλλαγής μέσα από την εφαρμογή εξοικονόμησης ενέργειας των κτιριακών υποδομών. Είναι μια προσπάθεια που έχει ξεκινήσει Πανευρωπαϊκά με σχετικές νομοθεσίες και οδηγίες μέσα από τις οποίες τα κράτη μέλη θα προσπαθήσουν σε βάθος χρόνου να περιορίσουν την εκπομπή ρύπων θωρακίζοντας ενεργειακά τα κτίρια τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι ενεργειακές παρεμβάσεις που είναι δυνατές να πραγματοποιηθούν στα διάφορα κτίρια καθώς και οι μέθοδοι βιοκλιματικού σχεδιασμού ώστε αυτά να χαρακτηριστούν παθητικά. Βέβαια όλα αυτά με βάση τις Ευρωπαϊκές οδηγίες-νομοθεσίες για την πιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης.

Τέλος σύμφωνα με τα στοιχεία της Πολεοδομίας του Δήμου Λαρισαίων παρουσιάζονται οι ενεργειακές παρεμβάσεις που έχει πραγματοποιήσει ο Δήμος Λαρισαίων σε υφιστάμενες σχολικές κτιριακές υποδομές, στο Δημοτικό Ωδείο Λάρισας καθώς και στο κτίριο του Δημαρχείου.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** κλιματική αλλαγή, περιβάλλον, εξοικονόμηση ενέργειας, κτίρια, κατανάλωση ενέργειας, παθητικά κτίρια

## **ABSTRACT**

The burden on the environment from industrial development and urban habits of people has led to overexploitation of natural and energy resources. As a result, the extreme weather phenomena are increasingly affecting the economies of the states.

The aim of this study is a reference to the limitations of climate change through the application of energy saving of the building infrastructure. It is an effort that has been launched across Europe with relevant laws and directives through which Member States will endeavor in the long term to reduce pollutant emissions by energy-shielding their buildings.

The energy interventions that can be carried out in the various buildings as well as the bioclimatic design methods are presented in order to characterize them as passive. Of course, all of this is based on the European directives - legislation for the certification of energy efficiency.

Finally, according to the data of the Municipality of Larissa, the energy interventions carried out by the Municipality of Larissa in existing school buildings, the Municipal Conservatory of Larissa and the City Hall building.

**KEYWORDS:** climate change, Enviromental, energy saving, buildings, energy consumption, passive house

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
2.ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ .....	11
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	11
2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	12
2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	13
2.3.1 ΣΥΜΒΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ .....	13
2.3.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ.....	13
3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	15
3.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	15
3.2 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ .....	15
4.ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	19
4.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....	19
4.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	20
4.2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	20
4.2.2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	21
4.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	22
4.3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	22
4.4 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	26
4.5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	33
4.5.1 Η ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	33
5. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	36
5.1 ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ (16-12-2002) .....	38
5.2 ΟΔΗΓΙΑ 2006/32/ΕΚ (05-04-2006) .....	39
5.3 ΕΘΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	40
5.4 ΝΟΜΟΣ 3661/2008 .....	41
5.5 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΚΕΝΑΚ).....	41
5.6 Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/2008.....	42
5.7 Κ.Υ.Α. Δ6/Β/ΟΙΚ. 5825/2010.....	42
5.8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	44
5.8.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ .....	45
5.8.2 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	46



5.8.3	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	46
5.8.4	ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	49
5.8.5	ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	50
5.8.6	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	51
5.8.7	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) ΚΤΙΡΙΩΝ.....	52
5.8.8	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ.....	53
5.8.9	ΕΚΔΟΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ).....	56
5.9	ΟΔΗΓΙΑ 2010/31/ΕΚ (19-05-2010).....	57
5.10	ΝΟΜΟΣ 3855/2010.....	58
5.11	Π.Δ. 100/30-09-2010 (ΦΕΚ 177/Α'/06-10-2010).....	58
5.12	ΟΔΗΓΙΑ 2012/27/ΕΕ (25-10-2012).....	59
6.	ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ Ή ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	61
6.1	ΟΡΙΣΜΟΣ.....	61
6.2	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	65
6.2.1	BREEAM.....	66
6.2.2	LEED.....	68
6.2.3	PASSIVHAUS.....	70
6.2.4	DGNB.....	73
6.4	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ.....	75
7.	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΛΑΡΙΣΑΣ... 77	
7.1	ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ.....	79
7.1.1	ΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	79
7.1.2	ΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΜΕΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	80
7.2	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ.....	83
7.2.1	ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	83
7.2.2	ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	84
7.3	11 <sup>0Σ</sup> ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ «ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ».....	85
7.3.1	Ο ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	85
7.3.2	Ο ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	86
7.4	4 <sup>0</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ «ΚΟΥΤΣΙΝΕΙΟ».....	87
7.4.1	ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	87
7.4.2	ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	88
7.5	2 <sup>0</sup> ΚΑΙ 28 <sup>0</sup> ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ.....	89
7.5.1	ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	89

7.5.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	89
7.6 2 <sup>ο</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟ – ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ.....	91
7.6.1 ΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	92
7.6.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	93
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97

### Περιεχόμενα Εικόνων

<i>Εικόνα 4.5.1α 1: Λειτουργία της Αντλίας Θερμότητας.....</i>	34
<i>Εικόνα 4.5.1β 1: Σύστημα λειτουργίας Αντλίας Θερμότητας.....</i>	34
<i>Εικόνα 6.3.2 1: Σήματα κατηγοριών πιστοποίησης με την μέθοδο LEED .....</i>	69
<i>Εικόνα 6.3.3 1: Οι 5 βασικές αρχές των Παθητικών Κτιρίων.....</i>	72
<i>Εικόνα 7.1.2 1: Η κύρια όψη του Δημαρχείου είναι επενδυμένη με λευκό μάρμαρο.82</i>	82
<i>Εικόνα 7.1.2 2: Στο ισόγειο του Δημαρχείου . .....</i>	82
<i>Εικόνα 7.2.2 1: Τμήμα του αίθριου .....</i>	85
<i>Εικόνα 7.3.2 1: Στην κύρια όψη του Παιδικού Σταθμού.....</i>	87
<i>Εικόνα 7.4.2 1: Στη Νότια πλευρά του σχολείου. ....</i>	88
<i>Εικόνα 7.5.2 1: Το πάχος των τοίχων “monobloc” .....</i>	90
<i>Εικόνα 7.5.2 2: Στις όψεις του σχολείου. ....</i>	90
<i>Εικόνα 7.6 1: Άποψη του κτιριακού συγκροτήματος.....</i>	91

### Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 5.1: Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή τομέα.....	44
Πίνακας 5.2: Κλιματικές ζώνες.....	45
Πίνακας 5.3: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κατά κλιματική ζώνη .....	47
Πίνακας 5.4: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_m$ για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα .....	48
Πίνακας 5.5: Κατηγορίες για την Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων .....	51
Πίνακας 5.6: Ενδεικτικός Στόχος Ενεργειακής Απόδοσης σε εθνικό επίπεδο.....	59
Πίνακας 7: Στοχευμένες ενέργειες/ δράσεις του Δήμου Λαρισαίων .....	77
Πίνακας 7.6.2.1: Αποτελέσματα ενεργειακών υπολογισμών συστήματος θέρμανσης.....	94
Πίνακας 7.6.2.2: Σύνοψη αποτελεσμάτων υπολογισμού παραγωγής και εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας .....	94
Πίνακας 7.6.2.3: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (πίνακας E1 Κ.Ε.ΝΑ.Κ.....	95

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προσπάθεια του ανθρώπου για τη συνεχή άνοδο του βιοτικού του επιπέδου, σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της Γής, καθώς και την αλόγιστη σπατάλη των ενεργειακών αποθεμάτων του πλανήτη, μπορούν να οδηγήσουν την ανθρωπότητα σε έναν μακρύ ενεργειακό χειμώνα. Οδηγούμαστε σε αυτό το συμπέρασμα βλέποντας την κατασπατάληση των αποθεμάτων πρώτων υλών και πηγών ενέργειας. Μέσα σε 100 χρόνια καταναλώθηκαν πρώτες ύλες που αποταμιεύονταν κατά την διάρκεια της μέχρι σήμερα ζωής του πλανήτη.

Μέχρι τον 16ο αιώνα, το ξύλο ήταν η βασική πηγή παραγωγής θερμικής ενέργειας και μάλιστα ήταν ανανεώσιμη, αλλά με την πρώτη βιομηχανική επανάσταση το ξύλο έδωσε τη θέση του στον άνθρακα. Ο άνθρακας παρουσιάζεται να έχει πλεονεκτήματα έναντι του ξύλου αλλά αν και η χρήση του παρατηρείται ακόμα και σήμερα, παραμένει μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Στις αρχές του 20ου αιώνα ο άνθρακας υποκαταστάθηκε από το πετρέλαιο, εύχρηστη αλλά επίσης μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όμως η αλόγιστη κατανάλωση του πετρελαίου και αυτή τη φορά από λιγότερες χώρες του κόσμου σε σχέση με τον άνθρακα (Ευρώπη, Βόρεια Αμερική), έφερε στην επιφάνεια το πρόβλημα της ενεργειακής κρίσης.

Οι λόγοι που προκαλούν έντονα προβλήματα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας είναι:

- 1) Η συνεχής αύξηση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας.
- 2) Ανομοιομορφία στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.
- 3) Αύξηση του πληθυσμού της Γής.
- 4) Απώλειες συστημάτων παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας.
- 5) Μη ορθολογική χρήση.
- 6) Αδιαφορία και σπατάλη.

Με τα παραπάνω λοιπόν καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι πρέπει να περιορίσουμε τη σπατάλη του φυσικού πλούτου και να στραφούμε σε άλλες μορφές ενέργειας που θα είναι και πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Ενδεικτικά αναφέρονται οι:

1. Αιολική ενέργεια.
2. Υδροηλεκτρική ενέργεια.
3. Ηλιακή ενέργεια (Ενεργητικά ηλιακά συστήματα, βιοκλιματικής σχεδιασμός, φωτοβολταϊκά συστήματα).

4. Γεωθερμική ενέργεια.
5. Υδρογόνο.
6. Αστικά απορρίμματα.
7. Ενέργεια της θάλασσας από κύματα και παλίρροιες.

Τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος έχει στρέψει το ενδιαφέρον του προς την εκμετάλλευση νέων πηγών ενέργειας και την εξέλιξη των συστημάτων θέρμανσης. Η σημαντικότερη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει για να θερμάνει τους χώρους του σπιτιού του και δεν θα ήταν δυνατόν να την αφήσει ανεκμετάλλευτη είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Από τα αρχαία ακόμα χρόνια οι αρχιτέκτονες και οι πολεοδόμοι έχτιζαν τα σπίτια με βάση την θεωρία της παθητικής ηλιακής αρχιτεκτονικής του Σωκράτη. Ένα τυπικό σπίτι ήταν προσανατολισμένο στον άξονα Βορά –Νότου με την είσοδο και τα κύρια δωμάτια στραμμένα προς το Νότο για καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Έτσι συνδυάζοντας την ηλιακή ενέργεια με την επινόηση ενός ειδικού χώρου για το άναμμα της φωτιάς (τζάκι) ζεστάνονταν τους χώρους του σπιτιού. Στην σύγχρονη εποχή αυτό δεν σταματά η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διαδίδεται με γοργούς ρυθμούς. Ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται στις ταράτσες των κτιρίων, συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και στην συνέχεια την μετατρέπουν σε θερμότητα. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης εφαρμόζουν το σύστημα αυτό συνδυάζοντας το με το ήδη υπάρχον σύστημα θέρμανσης που είναι εγκατεστημένο στο εκάστοτε κτίριο. Οι ηλιακοί συλλέκτες καλύπτουν ένα ποσοστό των αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήση. Όταν η παραγόμενη ενέργεια που αποδίδουν οι συλλέκτες δεν είναι αρκετή για να καλύψουν τις ανάγκες του τότε αρχίζει να λειτουργεί το υποβοηθούμενο σύστημα (λέβητας πετρελαίου/φυσικού αερίου/βιομάζας, αντλία θερμότητας, κλπ.).

Στη χώρα μας, αν και είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τις καιρικές συνθήκες, τα συστήματα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα. Τα τελευταία χρόνια λόγω της ραγδαίας αύξησης της τιμής του πετρελαίου γίνονται κάποια βήματα για την αξιοποίηση της ιδιαίτερα φιλικής προς το περιβάλλον τεχνολογίας.

## 2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Οι διάφορες αναταραχές στο φυσικό περιβάλλον που οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα, προκαλούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία μπορεί να είναι η περιβαλλοντική ρύπανση, η κλιματική αλλαγή, η τρύπα του όζοντος, η αποδάσωση, η ερημοποίηση, η εξαφάνιση βιολογικών ειδών, η όξινη βροχή κλπ. Οι μηχανικοί περιβάλλοντος προσπαθούν να αναπτύξουν τεχνολογικές λύσεις για τα περιβαλλοντικά προβλήματα (π.χ. ηλεκτρονικά αυτοκίνητα, καταλύτες αυτοκινήτου, συσκευές καθαρισμού αερίων κλπ).

Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι:

- Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Ατμοσφαιρική ρύπανση
- Ρύπανση των υδάτων
- Απόβλητα
- Καταστροφή των δασών
- Μείωση της βιοποικιλότητας

### 2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Οι περισσότεροι επιστήμονες έχουν παραδεχθεί την πραγματικότητα της κλιματικής αλλαγής, που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ιδιαίτερα από την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου, από τη δεκαετία του 1990. Το κύριο μετρήσιμο αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι η σταθερή αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό παρατηρείται σε όλο τον κόσμο, αν και υπάρχουν σημαντικές διαφορές στον ρυθμό θέρμανσης από μια περιοχή στην άλλη. Ανάλογα με το σενάριο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, οι θερμοκρασίες προβλέπεται να αυξηθούν από 1 ° C σε 3,7 ° C μέχρι το τέλος του αιώνα, σε σύγκριση με την περίοδο αναφοράς 1985-2005. Υπάρχει λιγότερη συναίνεση όσον αφορά την τροποποίηση των μοτίβων βροχόπτωσης. Οι βροχοπτώσεις είναι ένα ασυνεχές φαινόμενο και οι τάσεις μπορούν να εκτιμηθούν μόνο σε πολύ μεγάλες περιόδους (αρκετές δεκαετίες). Επιπλέον, είναι πιθανόν οι τροποποιήσεις των βροχοπτώσεων να διαφέρουν από τη μια περιφέρεια στην άλλη. Ως εκ τούτου, ένα θερμότερο κλίμα είναι επίσης ένα ξηρότερο κλίμα, ακόμη και όταν οι βροχοπτώσεις δεν μειώνονται. Η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει επίσης την ακτινοβολία και τη συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων.

## 2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί θεμελιώδη πρόκληση για τη διαχείριση των φυσικών πόρων. Τα κλιματικά πρότυπα μετατοπίζονται στο διάστημα και στο χρόνο, αλλά τα εθνικά πάρκα, τα εθνικά δάση και άλλες φυσικές περιοχές παραμένουν σε σταθερές θέσεις. Οι έρευνες δείχνουν ότι η αλλαγή του κλίματος έχει μετατοπίσει τις σειρές των φυτικών και ζωικών ειδών και της βιομάζας (μεγάλων τύπων βλάστησης). Η θέρμανση άλλαξε επίσης το χρονοδιάγραμμα των γεγονότων όπως η ανθοφορία των φυτών και η μετανάστευση των ζώων.

Οι έρευνες δείχνουν ότι εάν δεν μειώσουμε ουσιαστικά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από μηχανοκίνητα οχήματα, σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και αποδάσωση, η προκύπτουσα αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να συντρίψει την ικανότητα πολλών ειδών να προσαρμοστούν. Η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να μετατρέψει εκτεταμένες εκτάσεις, να αυξήσει την πυρκαγιά, να μεταμορφώσει τους παγκόσμιους βιογεωχημικούς κύκλους και να απομονώσει ή να οδηγήσει περισσότερα είδη σε εξαφάνιση.

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι μια από τις πιο επείγουσες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα. Οι πιο σοβαρές επιπτώσεις είναι πιθανόν να υποστούν οι φτωχότερες και πιο ευάλωτες κοινωνίες που ζουν σε πιο εύθραυστα περιβάλλοντα και έχουν τους λιγότερους πόρους για να προσαρμοστούν και να ανακάμψουν. Η πλειοψηφία των φτωχών στον κόσμο εξακολουθεί να ζει σε αγροτικές περιοχές και τα μέσα διαβίωσής τους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη γεωργία και τους φυσικούς πόρους, που θα επηρεαστούν σοβαρά από τις κλιματικές αλλαγές. Επομένως, υπάρχουν σοβαρές συνέπειες για την επισιτιστική ασφάλεια, την υγεία και την ευημερία τους

Τις επόμενες δεκαετίες, οι μεταβολές της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας θα έχουν βαθιές επιπτώσεις στη γεωργία.

Συνεπώς, υπάρχει επείγουσα ανάγκη να κατανοήσουμε καλύτερα αυτές τις προκλήσεις, να δημιουργήσουμε προσαρμοστικές ικανότητες για τα νοικοκυριά, τις κοινότητες, τους τοπικούς φορείς, τις εταιρείες, τους οργανισμούς τυποποίησης βιωσιμότητας και τις κυβερνήσεις, να αναπτύξουμε κατάλληλες στρατηγικές για βιώσιμη προσαρμογή

### **2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**

Η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) και το Πρωτόκολλο του Κιότο παρέχουν το διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

#### **2.3.1 ΣΥΜΒΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ**

Η UNFCCC, το πρώτο διεθνές μέτρο για την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, εγκρίθηκε τον Μάιο του 1992 και τέθηκε σε ισχύ τον Μάρτιο του 1994.

Ο στόχος της Σύμβασης είναι να σταθεροποιήσει τις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδο που αποτρέπει την επικίνδυνη ανθρώπινη παρέμβαση στο κλιματικό σύστημα.

Η UNFCCC βασίζεται στην αρχή των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών και αντίστοιχων ικανοτήτων». Αυτό αναγνωρίζει ότι ενώ όλες οι χώρες έχουν συμφέρον να ελέγξουν την αλλαγή του κλίματος, ο ανεπτυγμένος κόσμος είναι υπεύθυνος για το μεγαλύτερο μέρος της συσσώρευσης αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα και συνεπώς πρέπει να οδηγήσει αποτελεσματικά στη μείωση των εκπομπών.

Τα συμβαλλόμενα μέρη της UNFCCC συνεδριάζουν ετησίως για να εξετάσουν την πρόοδο και να συζητήσουν περαιτέρω μέτρα. Υπάρχουν ορισμένοι μηχανισμοί παγκόσμιας παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων για την παρακολούθηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Η Ευρωπαϊκή πλατφόρμα προσαρμογής κλίματος (ADAPT), η οποία ξεκίνησε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τον ΕΟΧ τον Μάρτιο του 2012, στοχεύει σε διάφορα κυβερνητικά επίπεδα να στηρίζουν την ανάπτυξη στρατηγικών δράσεων προσαρμογής. Μια υπηρεσία του Copernicus για την κλιματική αλλαγή αναπτύσσεται, συμπληρωματική προς τις υπάρχουσες υπηρεσίες.

#### **2.3.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ**

Τον Δεκέμβριο του 1997, στο Κιότο της Ιαπωνίας, οι κυβερνήσεις έκαναν ένα ακόμη βήμα υιοθετώντας ένα πρωτόκολλο στην UNFCCC, το πρωτόκολλο του Κιότο.

Βασισόμενη στο πλαίσιο της UNFCCC, το πρωτόκολλο καθορίζει νομικά δεσμευτικά όρια για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις αρχικά 38

βιομηχανικές χώρες και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα (ΕΕ-15).Εισάγει καινοτόμους μηχανισμούς εφαρμογής βάσει της αγοράς, τους λεγόμενους ευέλικτους μηχανισμούς του Κιότο που αποσκοπούν στη μείωση του κόστους περιορισμού των εκπομπών.

Προτεραιότητα για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και για τα κράτη μέλη της ΕΕ είναι η καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής η οποία είναι ο πρώτος από τους τέσσερις στόχους του προγράμματος δράσης για το περιβάλλον και μία από τις βασικές δεσμεύσεις που αναλήφθηκαν στο πλαίσιο της στρατηγικής της ΕΕ για την αειφόρο ανάπτυξη. Η ανάγκη για την μείωση των εκπομπών ενσωματώθηκε σε βασικούς τομείς στην ΕΕ, όπως η γεωργία, η ενέργεια, η περιφερειακή πολιτική και η έρευνα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ακόμη και αν οι εκπομπές CO<sub>2</sub> σταθεροποιηθούν σύντομα, η θερμοκρασία του πλανήτη και το επίπεδο της θάλασσας θα συνεχίσουν να αυξάνονται για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα πριν σταθεροποιηθούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η κλιματική αλλαγή να επηρεάσει την καθημερινότητα μας καθώς και τον τομέα των κτιριακών κατασκευών όπου θα επηρεαστούν άμεσα οι ανάγκες για θέρμανση (*IPPC report, 2007*). Σύμφωνα με την γνώμη της επιστημονικής κοινότητας, η λύση στο παραπάνω πρόβλημα είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Στον τομέα των κτιριακών κατασκευών αυτό οδήγησε στη δημιουργία της ιδέας των κτιρίων με μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ZEB) και σύμφωνα με το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο, στην ιδέα των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (nZEB).(*Gaitani et al., 2014*)

Και επιπλέον με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι πιθανό να περιοριστούν οι εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον. Επομένως, είναι ανάγκη να πραγματοποιείται παράλληλα περιβαλλοντική αποτίμηση των υλικών ή των διεργασιών που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη αυτής της μείωσης έτσι ώστε να υπάρξει μια πλήρης εικόνα για τον περιορισμό των αιτιών της υποβάθμισης του περιβάλλοντος.



### **3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

#### **3.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η προσπάθεια που καταβάλλεται για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με τη χρήση λιγότερης ενεργειακής υπηρεσίας. Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί μέρος της έννοιας της οικονομικής επάρκειας. Επίσης μειώνει την ανάγκη για ενεργειακές υπηρεσίες και μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιβαλλοντικής ποιότητας, την εθνική ασφάλεια, την προσωπική χρηματοοικονομική ασφάλεια και υψηλότερες αποταμιεύσεις. Βρίσκεται στην κορυφή της ιεραρχίας για την αειφόρο ενέργεια. Επίσης, μειώνει το ενεργειακό κόστος εμποδίζοντας τη μελλοντική εξάντληση των πόρων.

Η ενέργεια μπορεί να διατηρηθεί μειώνοντας τις σπατάλες και τις απώλειες, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα μέσω τεχνολογικών αναβαθμίσεων και βελτιωμένης λειτουργίας και συντήρησης.

#### **3.2 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ**

Μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων ανάλυσης ενέργειας κτιρίου διατίθεται προς το παρόν στους μηχανικούς θέρμανσης και ψύξης και κυμαίνεται από απλές έως εξελιγμένες. Οι πιο απλές μέθοδοι περιλαμβάνουν τον μεγαλύτερο αριθμό απλουστευτικών υποθέσεων και ως εκ τούτου τείνουν να είναι οι λιγότερο ακριβείς. Οι πιο εξελιγμένες μέθοδοι περιλαμβάνουν τις λιγότερες παραδοχές και έτσι μπορούν να δώσουν τα πιο ακριβή αποτελέσματα. Γενικά, οι μέθοδοι για την ανάλυση ενέργειας κτιρίου μπορούν να δοθούν σε τρεις κατηγορίες ως εξής:

- Μέθοδοι μίας μέτρησης (παράδειγμα: Ισοδύναμες ώρες πλήρους φόρτωσης)
- Απλοποιημένες μέθοδοι πολλαπλών μετρήσεων (παράδειγμα: μέθοδος Bin)
- Λεπτομερείς μέθοδοι πολλαπλών μετρήσεων (παράδειγμα: ώρα ανά ώρα)

Η λεπτομερής μέθοδος πολλαπλών μετρήσεων παρέχει τα πιο ακριβή αποτελέσματα. Στην λεπτομερή μέθοδο πολλαπλών μετρήσεων, οι υπολογισμοί ενέργειας είναι ανά ώρα. Εντός των λεπτομερών κατηγοριών πολλαπλών μετρήσεων υπάρχουν δύο κύριες υποκατηγορίες που αξίζει να συζητηθούν: Η Μέθοδος

Μειωμένης Ώρας κατά Ώρα και η Μέθοδος 8760 ανά ώρα. Όταν εξετάζετε τις λεπτομερείς μεθόδους, είναι πολύ δύσκολο να βρείτε τα πραγματικά ωριαία δεδομένα ανά ώρα. Επίσης, οι λεπτομερείς μέθοδοι χρειάζονται πολύ χρόνο για τον υπολογισμό. Οι πιο λεπτομερείς μέθοδοι προσομοιώνουν την ωριαία δυναμική διαδικασία μεταφοράς θερμότητας μέσα στο περίβλημα του κτιρίου καθώς και τη δυναμική συμπεριφορά του συστήματος θέρμανσης και του εξοπλισμού. Βασίζονται σε θερμοδυναμικές αρχές και επιλύονται αριθμητικά χρησιμοποιώντας τις αρχικές και οριακές συνθήκες εκτός από τη γεωμετρία του κτιρίου. Αυτές οι διαδικασίες αντιπροσωπεύουν την επίδραση πολλών παραγόντων όπως ο καιρός, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, η οικοδομική θερμική αδράνεια, τα ηλιακά κέρδη, το σύστημα ελέγχου κλπ., Τα οποία μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το χρόνο. Αυτές οι μέθοδοι ορίζονται ως δυναμικές και απαιτούν δεδομένα ωριαίας θερμοκρασίας λόγω καιρού. Οι δυναμικές μέθοδοι είναι πιο λεπτομερείς και συνήθως απαιτούν ωριαίες αναλύσεις καθ' όλη τη διάρκεια του έτους για μια ακριβή ανάλυση του ετήσιου φορτίου και της κατανάλωσης ενέργειας.

Η πρόβλεψη της συνολικής ή μηνιαίας απαιτούμενης ενέργειας για σκοπούς ψύξης ή θέρμανσης απαιτεί τον προσδιορισμό των προφίλ φορτίου ψύξης ή θέρμανσης, για τα οποία είναι απαραίτητη η αναγνώριση των δύο κύριων εξωτερικών παραγόντων, η μέση κατανομή πιθανότητας εξωτερικής θερμοκρασίας και η θερμότητα από το ηλιακό φως. Η μηνιαία κατανομή πιθανότητας υπαίθριων θερμοκρασιών είναι πολύ σημαντικά δεδομένα εισόδου για τον καθορισμό μηνιαίου βαθμού ωριαίας θέρμανσης και ψύξης. Είναι γνωστό ότι οι τιμές βαθμού ωρών υπολογίζονται απλώς με αθροιστικά τις διαφορές μεταξύ των ωριαίων θερμοκρασιών ξηρού βολβού και μιας τυπικής θερμοκρασίας αναφοράς (βασική θερμοκρασία). Η κατανομή εξωτερικής θερμοκρασίας και η θερμοκρασία αναφοράς (βασική) επηρεάζουν άμεσα το φορτίο θέρμανσης ή ψύξης. Οι θερμοκρασίες αναφοράς για τη θέρμανση σε εφαρμογές κτιρίων διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Για παράδειγμα, στη Μεγάλη Βρετανία, οι τιμές θέρμανσης ανά ώρα βασίζονται σε εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού 15,5 ° C, ενώ η Αυστραλία χρησιμοποιεί 18 ° C και οι Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούν 18,3 ° C. Μετά την εκτίμηση της πιθανής κατανομής εξωτερικής θερμοκρασίας, υπολογίζονται οι συνολικές τιμές θερμοκρασίας-ωρών ψύξης ή θέρμανσης.

Οι λειτουργίες πυκνότητας πιθανοτήτων εφαρμόζονται επιτυχώς στην παραγωγή αιολικής, ηλιακής και υδρογόνου καθώς και στις αναλύσεις εξωτερικής

θερμοκρασίας και ως εκ τούτου συνήθως προτιμούνται από πολλούς ερευνητές για ενεργειακές αναλύσεις στη βιβλιογραφία. Η Coskun εφάρμοσε αυτή την τεχνική στην εξωτερική θερμοκρασία και πρότεινε μια νέα προσέγγιση για τον υπολογισμό βαθμού. Χρησιμοποίησε την ημιτονοειδή λειτουργία για να καθορίσει την κατανομή πιθανότητας εξωτερικής θερμοκρασίας. Πολλοί επιστήμονες επικεντρώθηκαν στις συνολικές ώρες ωρών ψύξης / θέρμανσης και σε τιμές βαθμού για διάφορες χώρες. Σε μερικές μελέτες, χρησιμοποιείται μια μέθοδος σταθερής θερμοκρασίας βάσης για την πρόβλεψη των ωρών ψύξης / θέρμανσης. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν μόνο μερικές μελέτες που επικεντρώνονται τόσο στις σταθερές όσο και στις μεταβαλλόμενες θερμοκρασίες βάσης. Πιο πρόσφατα, οι ωριαίες προσομοιώσεις ενέργειας των κτιρίων αντικατέστησαν ολόένα και περισσότερο τις μεθόδους υπολογισμού απλουστευμένου φορτίου, όπως οι προσεγγίσεις των βαθμίδων και των ωρών σπουδών. Αυτές οι προσομοιώσεις παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τέτοιου είδους απλοποιημένες μεθόδους κατά τη διάρκεια του σταδίου σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας διερεύνησης της κατάστασης ισορροπίας της εφαρμογής μεγάλου αριθμού διαφορετικών συνδυασμών (ή πακέτων) μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και για την αντιμετώπιση οποιασδήποτε δυναμικής συμπεριφοράς, αποθήκευση θερμικής ενέργειας στην ίδια την κατασκευή. Εντούτοις, απλοποιημένα μοντέλα και μέθοδοι εξακολουθούν να προτιμώνται στην πράξη σε σχέση με αυτά τα εξελιγμένα προγράμματα εξομοίωσης ενέργειας κτιρίων.

Οι ημέρες σπουδών είναι ένα στατιστικό κλίμα που αρχικά αναπτύχθηκε από τις αμερικανικές εταιρείες κοινής ωφέλειας στη δεκαετία του 1930 για την εκτίμηση της ζήτησης άνθρακα και αερίου με βάση την τυπική κατανάλωση ενέργειας. Έχουν καταβληθεί προσπάθειες για να βελτιωθεί η ακρίβεια της τεχνικής (π.χ., ώρες σπουδών, που χρησιμοποιούνται από τους Tselepidaki κ.ά., 1994, Satman and Yalcinkaya, 199, Kolokotroni et al., 2010, Dimoudi κ.ά., 2013). Ωστόσο, η αρχική μεθοδολογία παραμένει η πιο κοινή προσέγγιση που χρησιμοποιείται στις επιστημονικές μελέτες. Εξ ορισμού, οι ημέρες βαθμού βασίζονται στην αρχή ότι το ενεργειακό ισοζύγιο επιτυγχάνεται όταν οι εισροές θερμότητας σε ένα κτίριο είναι ίσες με τη συνολική απώλεια θερμότητας, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει λανθάνον φορτίο (McGilligan et al., 2011). Ως εκ τούτου, υπάρχει μια θερμοκρασία σημείου ζυγοστάθμισης (BPT), όπου η εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι επαρκώς υψηλή (ή χαμηλή) αρκετά ώστε να διασφαλιστεί ότι δεν θα χρειαστεί

πρόσθετη θέρμανση (ή ψύξη). Είναι αυτό το BPT που χρησιμοποιείται για τον ορισμό της βασικής θερμοκρασίας, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της μεθοδολογίας των ημερών σπουδών (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 2001).

Αναμφισβήτητα ο μεγαλύτερος περιορισμός της μεθοδολογίας των ημερών σπουδών είναι η χρήση εξωτερικών θερμοκρασιών περιβάλλοντος στους υπολογισμούς. Η θερμοκρασία «καθορισμένου σημείου» ορίζεται ως μια άνετη εσωτερική θερμοκρασία, δηλ. η θερμοκρασία στην οποία οι κλιματισμοί και η θέρμανση χώρου ενεργοποιούνται συνήθως από τους χρήστες. Δυστυχώς, οι ευρέως διαδεδομένες μετρήσεις της θερμοκρασίας σημείου αναφοράς δεν ήταν ιστορικά διαθέσιμες και ως εκ τούτου πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι θερμοκρασίες του εξωτερικού αέρα. (McGilligan et al. (2011)) υποστήριξε ότι ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται η μεθοδολογία των ημερών σπουδών προϋποθέτει συνθήκες σταθερής κατάστασης, όπου κάθε άνοδος βαθμού θα οδηγούσε σε ίση αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Είναι σαφές ότι οι εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος θα είναι αρκετά διαφορετικές από τις στάθμες άνεσης που παρατηρούνται σε κτίρια, με διαφορετικά επίπεδα μονώσεων και τεχνολογίες θέρμανσης / ψύξης (Kadioglu et al., 2001). Αυτός ο περιορισμός μπορεί να ξεπεραστεί ρεαλιστικά μόνο με τη λήψη λεπτομερών δεδομένων εσωτερικής θερμοκρασίας σε ένα μεγάλο δείγμα του αποθέματος κατοικιών. Ωστόσο, τα δεδομένα αυτά καθίστανται αργά διαθέσιμα σε υψηλή ανάλυση με την εμφάνιση των έξυπνων μετρητών και των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης που ελέγχονται από το Διαδίκτυο.

Η βασική θερμοκρασία είναι σήμερα η μόνη παράμετρος στη μεθοδολογία των ημερών σπουδών που μπορεί να μεταβληθεί για να ληφθούν υπόψη οι τοπικές συνθήκες. Οι βασικές θερμοκρασίες υπολογίζονται από το BPT και λαμβάνουν υπόψη το μέγεθος του κτιρίου, τη διαμόρφωση κτιρίου και την διαθέσιμη τεχνολογία για μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (Kadioglu et al., 2001).

## 4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 4.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός σύμφωνα με τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό, είναι ο σχεδιασμός του κτιρίου που αποσκοπεί στη βέλτιστη εκμετάλλευση των φυσικών και κλιματολογικών συνθηκών με σκοπό να επιτυγχάνονται οι βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα κατά τη διάρκεια όλου του έτους με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Συνεπώς, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αντιμετωπίζει ως μια ενότητα το κτίριο, τον αστικό χώρο και το κλίμα της περιοχής, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Η θέρμανση, η ψύξη, ο μηχανικός αερισμός και ο τεχνικός φωτισμός χρησιμοποιούνται μόνο για να συμπληρώσουν όσα η φύση έχει ήδη προσφέρει.

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού που πρέπει να εφαρμόζονται στα κτίρια είναι:

- Αξιοποίηση **ηλιακής ενέργειας** για θέρμανση τον χειμώνα. Αν την μέρα με την μικρότερη διάρκεια εμφάνισης του ηλιακού φωτός, δηλαδή την 21η Δεκέμβρη, εξασφαλίζεται ο ηλιασμός, τότε σίγουρα εξασφαλίζεται και όλο τον υπόλοιπο χειμώνα. Έτσι βελτιώνεται το θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου και μειώνονται οι ενεργειακές ανάγκες του για θέρμανση.
- Εξασφάλιση **ηλιοπροστασίας** το καλοκαίρι. Η ηλιοπροστασία του κτιρίου περιορίζει την επιβάρυνσή του από πρόσθετη θερμότητα, η οποία οφείλεται στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο επιτυγχάνεται με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός τις νυχτερινές ώρες.
- Εξασφάλιση **ανεμοπροστασίας** τον χειμώνα. Η ανεμοπροστασία του κτιρίου συμβάλλει στον περιορισμό της διείσδυσης του αέρα και στη μείωση των θερμικών απωλειών.

- Εκμετάλλευση **δροσερών** ανέμων το καλοκαίρι. Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων συμβάλλει σημαντικά στο φυσικό δροσισμό του κτιρίου το καλοκαίρι.

- Εκμετάλλευση του **φυσικού φωτισμού** και εξασφάλιση ελέγχου της φωτεινής ακτινοβολίας ώστε να υπάρχει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει και τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, τα οποία με φυσικό τρόπο θερμαίνουν και ταυτόχρονα δροσίζουν τα κτίρια. Είναι δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας.

## **4.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

### **4.2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η ηλιακή ενέργεια είναι ακτινοβολία φως και θερμότητα από τον ήλιο, κατάφερε να τιθασεύεται χρησιμοποιώντας μια σειρά από συνεχώς εξελισσόμενες τεχνολογίες: όπως η ηλιακή θέρμανση, φωτοβολταϊκά, ηλιακή θερμική ενέργεια, ηλιακή αρχιτεκτονική και τεχνητή φωτοσύνθεση.

Το 2011, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας είπε ότι «η ανάπτυξη της ανεξάντλητης και καθαρής ηλιακής ενέργειας θα έχει τεράστια μακροπρόθεσμα οφέλη. Επίσης, θα αυξήσει την ενεργειακή ασφάλεια των χωρών, θα ενισχύσει την αειφορία, θα μειώσει τη ρύπανση, θα μειώσει το κόστος της υπερθέρμανσης του πλανήτη, και θα κρατήσει παγκοσμίως χαμηλά τις τιμές των ορυκτών καυσίμων. Ως εκ τούτου, το επιπλέον κόστος των κινήτρων για πρόωρη ανάπτυξη θα πρέπει να θεωρείται η εκμάθηση των επενδύσεων, θα πρέπει να δαπανώνται με σύνεση και θα πρέπει να είναι ευρέως γνωστό».

#### 4.2.2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τόσο τα ενεργητικά όσο και τα παθητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας μπορούν να μετατρέψουν τις ακτίνες του ήλιου σε απευθείας ηλεκτρική ενέργεια, αλλά οι μηχανισμοί τους είναι λίγο διαφορετικοί μεταξύ τους.

Οι ενεργοποιημένες εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας βασίζονται σε εξωτερικές πηγές ενέργειας - ή συστήματα εφεδρείας, όπως θερμαντικά σώματα και αντλίες θερμότητας - για τη συλλογή, αποθήκευση και στη συνέχεια μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού, μπορεί να θερμαίνει ή να ψύχει ένα σπίτι ή να παρέχει ενέργεια σε μια ολόκληρη γειτονιά. Τα ενεργά ηλιακά συστήματα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Οι συλλέκτες αποτελούνται από επίπεδες φωτοβολταϊκές πάνελ, οι οποίες είναι συνήθως τοποθετημένες και ακίνητες. Σε προηγμένα σχέδια, τα πάνελ συνδέονται συχνά μεταξύ τους για να σχηματίσουν δομοστοιχεία.
- Οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούν ως αγωγούς υγρό ή αέρα για να αποθηκεύουν και να μετατρέπουν ενέργεια. Αυτοί που χρησιμοποιούν υγρό είναι γνωστοί ως συλλέκτες υγρών, ενώ αυτοί που περιέχουν αέρα ονομάζονται συλλέκτες αέρα.
- Οι υγροί αγωγοί είναι πιο συνηθισμένοι από αυτούς που βασίζονται στον αέρα, καθώς το υγρό είναι γενικά πιο αποδοτικό στη διοχέτευση της θερμότητας, αν και τα ηλιακά συστήματα με βάση το αέρα έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν θα παγώσουν.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα περιλαμβάνουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Αντί να χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά πάνελ, οι παθητικοί συλλέκτες συνήθως βασίζονται σε παράθυρα με νότιο προσανατολισμό για να μετατρέψουν τις ακτίνες σε ηλιακό φως.
- Ο σχεδιασμός των παθητικών ηλιακών συλλεκτών βασίζεται στον νόμο της θερμοδυναμικής, ο οποίος προβλέπει ότι οι μεταφορές θερμότητας από θερμές σε δροσερές επιφάνειες, όπως μέσω της μεταφοράς.
- Η επιτυχία του παθητικού ηλιακού συστήματος εξαρτάται από τον προσανατολισμό του και τη θερμική μάζα των τοίχων του, που καθορίζουν την ικανότητά του να απορροφά θερμότητα.

### 4.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η μείωση του ενεργειακού κόστους αποτελεί πλέον, πρωταρχικό μέλημα για κάθε νοικοκυριό. Είναι γεγονός ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση των ενεργειακών πόρων σε όλο τον κόσμο πραγματοποιείται από το κτιριακό απόθεμα της κάθε χώρας. Σήμερα ένα κτίριο καταναλώνει το 30% σε ενέργεια για τον φωτισμό, τις ηλεκτρικές συσκευές, ενώ το υπόλοιπο 70% χρησιμοποιείται για την ψύξη και τη θέρμανση του κτιρίου. Για αυτό τον λόγο όλο και περισσότεροι ιδιοκτήτες ψάχνουν λύσεις για τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης σε συνδυασμό με τη μείωση των εξόδων τους, για κατανάλωση ενέργειας.

Ένα σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή ανακαίνιση ή κατασκευή ενός κτιρίου παίζει και η εξωτερική θερμομόνωση, που είναι πολύ διαδεδομένη ως τεχνική σε όλη την Ευρώπη και τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται και στην Ελλάδα. Η θερμομόνωση μάλιστα θα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και στη βαθμονόμηση του κτιρίου, κατά την υλοποίηση του προγράμματος *Εξοικονομώ κατ' οίκον*, στην περίπτωση μάλιστα που θα απαιτηθεί τα κτίρια μετά την αναβάθμισή τους να ανέβουν δύο κατηγορίες (από Δ να πάνε στην κλάση Β).

#### 4.3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η θερμομόνωση σ' ένα κτίριο, παρέχει σ' αυτό ένα προστατευτικό περίβλημα το οποίο μειώνει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Το χειμώνα μειώνει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα χάνεται από το κτίριο και το καλοκαίρι μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό.

Στις περισσότερες χώρες με ψυχρότερα κλίματα κανονισμοί και τεχνικές προδιαγραφές, που καθορίζουν τις απαιτήσεις, τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών, ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια. Οι κανονισμοί αυτοί, μαζί με τις τεχνικές προδιαγραφές, εξασφαλίζουν μία τεχνοοικονομικά σωστή θερμομόνωση. Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή και σωστή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Άνετη, ευχάριστη και υγιεινή διαμονή των ατόμων μιας κατοικίας
- Προστασία από θορύβους (ηχομονωτικά υλικά)
- Σταδιακή μείωση των εξόδων θέρμανσης των κτιρίων, ειδικά τους χειμερινούς μήνες



- Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, είτε ατμοσφαιρική είτε θερμική (*Οδηγός Θερμομόνωσης κτιρίων, 2010*)

Η όλη διαδικασία της θερμομόνωσης γίνεται για να μειώσουμε τους ρυθμούς ροής της θερμότητας μέσα από τα τοιχώματα που χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ για τα Προϊόντα Δομικών Κατασκευών, καθώς και σύμφωνα με τους Περί των Βασικών Απαιτήσεων Νόμους, που πρέπει να πληρούν καθορισμένες κατηγορίες προϊόντων, και τους Περί των Βασικών Απαιτήσεων Κανονισμούς, που πρέπει να πληρούν καθορισμένες κατηγορίες προϊόντων, τα προϊόντα δομικών κατασκευών για τα οποία υπάρχει εναρμονισμένο πρότυπο και η περίοδος συνύπαρξης του με αντίστοιχο εθνικό πρότυπο έχει λήξει, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μόνο εάν φέρουν τη Σήμανση Συμμόρφωσης CE.

Είτε μιλάμε για καλοκαίρι είτε για χειμώνα, οι ενεργειακές απώλειες είναι σημαντικές σε ένα κτίριο που δεν είναι καλά μονωμένο. Σε αυτή την περίπτωση, τα συστήματα θέρμανσης ή ψύξης δεν κατορθώνουν να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στο έπακρο.

Οι εφαρμογές της θερμομόνωσης κελύφους, τα κουφώματα, τα ενεργειακά χρώματα και τα τζάμια, θωρακίζουν το κτίριο και δεν επιτρέπουν καμία θερμική απώλεια. Οι παρεμβάσεις για την ενεργειακή ασφάλεια του κτιρίου είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την μέγιστη εξοικονόμηση, που ξεκινούν από τον εξωτερικό (θερμοπρόσοψη) και καταλήγουν στον εσωτερικό χώρο.

Η θερμομόνωση του κελύφους ενός κτιρίου προσφέρει σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και κατ' επέκταση των δαπανών θέρμανσης και ψύξης για κάθε κτίριο. Η σωστή θερμομόνωση ενός κτιρίου μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και παίζει σημαντικό ρόλο στον περιορισμό των εξόδων για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων ενός κτιρίου. Επιπλέον, η σωστή θερμομόνωση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του κάθε κτιρίου και συνεπώς την μείωση της μόλυνσης. Ένα κτίριο χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να θερμανθεί εφόσον έχουν θερμομονωθεί οι εξωτερικοί χώροι και επίσης μειώνεται η δαπάνη θέρμανσης. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών του κτιρίου από τους εξωτερικούς τοίχους και έχει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας όλη την διάρκεια του έτους. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος θερμομόνωσης είναι τα εξής:

- Προστατεύει τους τοίχους από υγρασίες, διότι δεν επιτρέπει να δημιουργηθούν συνθήκες υγραποίησης υδρατμών στο εσωτερικό του κτιρίου
- Δεν μειώνει το εμβαδόν του χώρου, διότι η τοποθέτηση της θερμοπρόσοψης γίνεται εκτός του εμβαδού της επιτρεπόμενης προς ανέγερση επιφάνειας
- Μειώνει αποτελεσματικά το κόστος συντήρησης του κτιρίου, και προστατεύει το κτίριο από ρηγματώσεις.

Ανάλογα με το είδος της κατασκευής πρέπει να γίνεται και η σωστή επιλογή δομικών υλικών και αυτό προϋποθέτει καλή γνώση των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς τους καθώς και του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται η κατασκευή. Ειδικότερα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξωτερικοί παράγοντες που επιδρούν στην κατασκευή, οικονομικοί παράγοντες, όπως το κόστος των υλικών σε σχέση με την αποτελεσματικότητά τους, το κόστος συντήρησής τους, και η φιλικότητα προς το περιβάλλον, που περιλαμβάνει τις ενεργειακές ιδιότητες τους

- **Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων**

Οι εξωτερικοί τοίχοι θερμομονώνονται με τέσσερις τρόπους ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, το πάχος τους, τη χρήση και τις απαιτήσεις των χώρων που περικλείουν. Σε κάθε τρόπο παρουσιάζονται πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, οπότε η τελική επιλογή πρέπει να γίνει με κριτήρια τις ειδικές λειτουργίες και τις κατασκευαστικές απαιτήσεις του εκάστοτε κτιρίου.

- **Εσωτερική θερμομόνωση.**

Το μονωτικό υλικό τοποθετείται στην εσωτερική πλευρά του τοίχου και προστατεύεται από φράγμα υδρατμών και κάποιο στερεό δομικό υλικό, που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται σε χώρους με περιοδική χρήση (π.χ. κινηματογράφους, εκκλησίες) και απαίτηση γρήγορης θέρμανσης.

***Μειονεκτήματα***

- Μείωση ωφέλιμου χώρου.
- Κίνδυνος επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών επειδή δεν λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών.
- Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του τοίχου και ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα.

➤ Έλλειψη προστασίας των δομικών στοιχείων από τις θερμοκρασιακές μεταβολές, με πιθανή εμφάνιση ρηγμάτων και εισροή νερού της βροχής.

➤ Δυσκολίες στη διευθέτηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

#### ***Πλεονεκτήματα***

➤ Περιορισμένος χρόνος κατασκευής.

➤ Γρήγορη θέρμανση χώρου.

➤ Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία του μονωτικού υλικού από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

➤ Απλή κατασκευή.

➤ Είναι ο οικονομικότερος τρόπος θερμομόνωσης.

#### **▪ Εξωτερική θερμομόνωση.**

Το μονωτικό υλικό τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του τοίχου και προστατεύεται από τις εξωτερικές συνθήκες (επένδυση φύλλων αλουμινίου, ασβεστοτσιμέντο κλπ). Η εσωτερική πλευρά του τοίχου φέρει επίχρισμα.

#### ***Μειονεκτήματα***

➤ Απαιτείται ειδική προστασία του μονωτικού υλικού από τις εξωτερικές συνθήκες.

➤ Μεγαλύτερο κόστος από όλους τους τρόπους θερμομόνωσης.

➤ Δύσκολη εφαρμογή σε κτίρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.

➤ Αργή θέρμανση του χώρου.

#### ***Πλεονεκτήματα***

➤ Η θερμοχωρητικότητα του τοίχου είναι εκμεταλλεύσιμη και ο χώρος ψύχεται με αργό ρυθμό.

➤ Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών, ιδιαίτερα στις πλάκες, τα δοκάρια και τις κολώνες.

➤ Κατά την τοποθέτηση δεν παρεμποδίζεται η λειτουργία των εσωτερικών χώρων.

➤ Το κέλυφος προστατεύεται από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

#### **• Θερμομόνωση στον πυρήνα της τοιχοποιίας.**

Το μονωτικό υλικό τοποθετείται στο ενδιάμεσο κενό ενός διπλού τοίχου. Οι τοίχοι πρέπει να συνδέονται με ειδικούς μεταλλικούς συνδέσμους για τη στατική ευστάθεια της τοιχοποιίας. Η τοιχοποιία φέρει επίχρισμα τόσο εξωτερικά όσο και

εσωτερικά. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται συχνά στη χώρα μας και οικονομικά βρίσκεται μεταξύ της εξωτερικής και εσωτερικής θερμομόνωσης

- **Θερμομόνωση οροφής**

Η σωστή θερμομόνωση της οροφής, είναι σημαντική για τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά όλου του κτιρίου. Οι βασικές απαιτήσεις, που πρέπει να καλύπτει η οροφή είναι οι εξής:

- Υδατοστεγανότητα για να προστατεύει το κτίριο από τη βροχή και την υγρασία.
- Σωστή κλίση η οποία θα βοηθάει στην απομάκρυνση του νερού της βροχής.
- Θερμική προστασία στο εσωτερικό του κτιρίου, χειμώνα και καλοκαίρι.

- **Θερμομόνωση δαπέδου**

Το δάπεδο ενός κτιρίου έρχεται σε επαφή με το έδαφος, με μη θερμαινόμενο χώρο όπως το υπόγειο ή με το εξωτερικό περιβάλλον όπως η πυλωτή. Η θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται με αργούς ρυθμούς και είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα και μικρότερη από αυτή το καλοκαίρι οπότε η μόνωση του δαπέδου, που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δεν είναι απαραίτητη. Αντιθέτως απαραίτητη θεωρείται η μόνωση όταν το έδαφος είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με πυλωτή. Το θερμομονωτικό υλικό είναι προτιμότερο να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του δαπέδου.

Με τη λήψη μέτρων για θερμομόνωση του κελύφους ενός κτιρίου επιδιώκεται η μείωση του ρυθμού ροής θερμότητας μέσα από τα τοιχώματα που χωρίζουν περιοχές ή χώρους με διαφορετική θερμοκρασία. Η θερμομόνωση συνίσταται από ένα σύνολο στοιχείων και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του κτιρίου

#### **4.4 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, που είναι επίσης γνωστά με την συντομογραφία Φ/Β, είναι μια σύσταση στοιχείων που προορίζονται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, χρησιμοποιώντας τον ήλιο ή, λιγότερο συχνά, άλλες πηγές φωτός, ως πηγή ενέργειας (Goetzberger & Hoffmann, 2005).

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να κατασκευαστεί με διάφορες συνθέσεις (Balfour, κ.α., 2011):

- Μη διασυνδεδεμένο χωρίς μπαταρία
- Μη διασυνδεδεμένο με αποθήκευση σε μπαταρία για χρήσης μόνο συνεχούς ρεύματος
- Μη διασυνδεδεμένο με αποθήκευση σε μπαταρία για χρήσεις τόσο συνεχούς όσο και εναλλασσόμενου ρεύματος.
- Διασυνδεδεμένα χωρίς μπαταρία
- Διασυνδεδεμένα με αποθήκευση σε μπαταρία

Μια φωτοβολταϊκή συστοιχία, αλλιώς γνωστή ως ηλιακή σειρά, αποτελείται από πολλαπλές φωτοβολταϊκές μονάδες, που συχνά αναφέρονται ως ηλιακοί συλλέκτες, για να μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε χρησιμοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα για οικιακό, εμπορικό ή βιομηχανικό ενεργειακό εφοδιασμό, περιλαμβάνει συνήθως μια σειρά από φωτοβολταϊκά στοιχεία, έναν ή περισσότερους μετατροπείς ισχύος από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα, ένα σύστημα πλαισίων που υποστηρίζει τις ηλιακές μονάδες, ηλεκτρικά καλώδια και διασυνδέσεις, και τοποθέτηση λοιπών στοιχείων. Προαιρετικά, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει οποιοδήποτε ή όλα από τα ακόλουθα (Petrova-Koch, κ.α., 2008):

- Μετρητή βαθμού απόδοσης στοιχείων ανανεώσιμης ενέργειας
- Ανιχνευτή σημείων μέγιστης ισχύος
- Σύστημα μπαταρίας και φορτιστή
- GPS ανιχνευτή ήλιου
- Λογισμικό διαχείρισης ενέργειας
- Ηλιακούς συλλέκτες
- Ηλιακούς αισθητήρες ακτινοβολίας
- Ανεμόμετρο και
- Ειδικά εξαρτήματα για την κάλυψη εξειδικευμένων αναγκών

Ο αριθμός των μονάδων στο σύστημα προσδιορίζει τα συνολικά Watts συνεχούς ρεύματος, που είναι ικανή να παράγει η ηλιακή συστοιχία. Ωστόσο, ο μετατροπέας ρυθμίζει τελικά το ποσό των Watts εναλλασσόμενου ρεύματος, που μπορούν να διανεμηθούν για κατανάλωση (Mukerjee & Thakur, 2011).

Ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ικανό να παρέχει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για ένα σπίτι, ή ακόμα και μια μεμονωμένη συσκευή με τη μορφή του εναλλασσόμενου ή συνεχούς ρεύματος. Για παράδειγμα, οι στρατιωτικοί και πολιτικοί δορυφόροι παρατήρησης της γης, τα φώτα του δρόμου, οι κατασκευές και

η σηματοδότηση, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, κ.λπ., μπορεί να περιέχουν ολοκληρωμένα φωτοβολταϊκά συστήματα για την παροχή πρωτοβάθμιων ή βοηθητικών πηγών ενέργειας με τη μορφή εναλλασσόμενου ή συνεχούς ρεύματος, ανάλογα με το σχεδιασμό και τις απαιτήσεις ισχύος.

Τα μεγάλα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι σε θέση να παρέχουν ενεργειακό εφοδιασμό σε πολλούς καταναλωτές. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί, να χρησιμοποιηθεί άμεσα, να τροφοδοτηθεί σε ένα μεγάλο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, ή να συνδυαστεί με έναν ή περισσότερους, εγχώριους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι συνήθως σχεδιασμένα έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την υψηλότερη δυνατή ενεργειακή απόδοση για μια συγκεκριμένη επένδυση (Krauter, 2006).

Τα πρώτα συμβατικά φωτοβολταϊκά στοιχεία άρχισαν να παράγονται στα τέλη του 1950, και καθ' όλη τη δεκαετία του 1960 χρησιμοποιούνταν κατά κύριο λόγο για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε δορυφόρους που κάλυπταν την τροχιά της γης. Στη δεκαετία του 1970, οι βελτιώσεις στον τομέα των κατασκευών, των επιδόσεων και της ποιότητας των φωτοβολταϊκών μονάδων συντέλεσαν στην μείωση του κόστους και δημιούργησαν μια σειρά νέων ευκαιριών για την τροφοδοσία απομακρυσμένων επίγειων εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της φόρτισης μπαταριών για εξοπλισμούς πλοήγησης, τηλεπικοινωνιών και άλλες κρίσιμες χρήσεις με χαμηλές ενεργειακές ανάγκες (Rekioua, & Matagne, 2012).

Στη δεκαετία του 1980, τα φωτοβολταϊκά συστήματα έγιναν μια δημοφιλής πηγή ενέργειας για τις ηλεκτρονικές συσκευές που είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς στους καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων και των αριθμομηχανών, των ρολογιών, των ραδιοφώνων και άλλων εφαρμογών που χρησιμοποιούν μπαταρίες που χρειάζονται φόρτιση. Μετά τις ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970, υπήρξαν σημαντικές προσπάθειες ώστε να αναπτυχθούν φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος για οικιακή και εμπορική χρήση, τόσο για αυτόνομες, απομακρυσμένες ενεργειακές εφαρμογές, όσο και για συνδεδεμένες εφαρμογές. Κατά την ίδια περίοδο, οι διεθνείς εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη λειτουργία των αγροτικών κλινικών υγείας, για την ψύξη, την άντληση νερού, για τις τηλεπικοινωνίες, και για τα μη συνδεδεμένα νοικοκυριά αυξήθηκαν δραματικά, και να παραμείνουν ένα μεγάλο τμήμα της σημερινής παγκόσμιας αγοράς φωτοβολταϊκών προϊόντων. Σήμερα, η παραγωγή του κλάδου των φωτοβολταϊκών μονάδων αυξάνεται κατά περίπου 25% σε ετήσια βάση, και τα μεγάλα προγράμματα στις ΗΠΑ, την Ιαπωνία και την Ευρώπη επιταχύνουν

ραγδαία την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτίρια και τη διασύνδεση με δίκτυα κοινής ωφέλειας (Foster, κ.α., 2009).

Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να δούμε ότι τα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, είναι σαφώς περισσότερα από τον αριθμό των μειονεκτημάτων.

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ, μπορούν να καλύψουν τις βασικές μας ενεργειακές ανάγκες, μιλώντας για ηλεκτρική ενέργεια, σε οικιακό, εμπορικό ή κοινοτικό επίπεδο, παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια σε κοινότητες, ή σε μεγαλύτερη κλίμακα. Τα πάνελ ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι πράσινα τεχνολογικά συστήματα που εκμεταλλεύονται τις ανανεώσιμες πηγές ηλιακής ενέργειας συντελώντας προς ένα αειφόρο ενεργειακό μείγμα. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι λοιπόν τα εξής (Magee, 2010):

- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρέχουν τα πράσινη, ανανεώσιμη ενέργεια με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα φωτοβολταϊκά πάνελ ως εναλλακτική πηγή ενέργειας στη θέση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα. Κατά συνέπεια, όσο περισσότερο χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά πάνελ ή άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μας τόσο περισσότερο θα συμβάλουμε στη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον με τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.
- Τα Φωτοβολταϊκά πάνελ αποτελούν μια αξιόπιστη, βιομηχανικά ώριμη, πράσινη τεχνολογία για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Οι εταιρείες φωτοβολταϊκών συστημάτων δίνουν εγγυήσεις για τα φωτοβολταϊκά πάνελ τόσο όσον αφορά τόσο την διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών πάνελ όσο και για τα επίπεδα απόδοσης των φωτοβολταϊκών πάνελ, στο πέρασμα του χρόνου. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορούν να διατηρηθούν έως και 25 χρόνια ή και περισσότερο, ορισμένα με μέγιστη απώλεια απόδοσης μόνο 18%, ακόμα και μετά από 20 χρόνια λειτουργίας.
- Σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά πάνελ λειτουργούν αυτόνομα, χωρίς την παραγωγή θορύβου, δεδομένου ότι δεν περιλαμβάνουν κινούμενα μηχανικά μέρη. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορούν να τοποθετηθούν σε ρυθμιζόμενη περιστρεφόμενη βάση η οποία είναι τοποθετημένη σε ένα σταθερό στύλο, γεγονός επιτρέπει κάποια κίνηση

για την καλύτερη ηλιακή ρύθμιση, στρέφοντας το ηλιακό πάνελ ώστε να ακολουθεί τον ήλιο. Ακόμη και στην περίπτωση αυτών των ρυθμιζόμενων φωτοβολταϊκών συστημάτων, οι κινήσεις είναι πολύ μικρές, σχεδόν αμελητέες, και δεν δημιουργούν διαταραχές.

- Όσον αφορά το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης, τα φωτοβολταϊκά πάνελ, σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, απαιτούν ελάχιστο κόστος λειτουργίας ή συντήρησης. Ένα απλός τακτικό καθαρισμός της επιφάνειας του πάνελ είναι επαρκής για να τα διατηρήσει σε λειτουργία με την ύψιστη απόδοση, σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών.
- Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορούν να αποδειχθούν ιδανικά για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για απομακρυσμένες εφαρμογές. Με τη διατήρηση σχετικά μικρών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα κατανεμημένο δίκτυο ρεύματος, μπορούν να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες ενέργειας στο δίκτυο που προκαλούνται από την μεγάλη απόσταση μεταξύ παραγωγής ισχύος και μονάδων κατανάλωσης ισχύος. Με τη χρησιμοποίηση μικρών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας φωτοβολταϊκών συστημάτων, μπορούμε να επιτύχουμε μείωση του κόστους στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας από την αύξηση της αποτελεσματικότητας του δικτύου και τις μικρότερες απώλειες ενέργειας. Ομοίως, κατανεμημένοι σταθμοί παραγωγής ενέργειας μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκών συστημάτων, συντελούν επίσης σε χαμηλότερες κεφαλαιακές δαπάνες για την κατασκευή των γραμμών του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην πραγματικότητα κληρονομείται από όλα τα συστήματα ηλιακής ενέργειας σε γενικές γραμμές. Η μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος μέσω ηλιακής ενέργειας συμπίπτει συνήθως με τη μέγιστη ζήτηση ενέργειας, όπως για παράδειγμα σε ζεστές μέρες του καλοκαιριού. Κατά συνέπεια, τα συστήματα ηλιακής ενέργειας είναι μια τεχνολογία ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να βοηθήσει στην εξισορρόπηση και εξομάλυνση της καμπύλης ενεργειακού φορτίου και να διευκολύνει την αυξημένη διείσδυση των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα πλαίσια του φάσματος ισχύος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επιτυχής διείσδυση των τεχνολογιών



ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αλυσίδα ενεργειακής παραγωγής εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό, από την τεχνολογική ικανότητα να επιλυθούν θέματα αξιοπιστίας των ανανεώσιμων πηγών, όπως η μη προβλεψιμότητα των περιβαλλοντικών συνθηκών και η διακοπτόμενη παροχή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η αποθήκευση ενέργειας είναι το κλειδί για την επίλυση αυτών των ζητημάτων, αλλά η τεχνολογική πρόοδος στον τομέα αυτό δεν είναι ακόμη σε θέση να παρέχει αποτελεσματικές και βιώσιμες λύσεις.

- Τα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν γίνει πολύ δημοφιλή τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα στις ενεργειακές οικιακές εφαρμογές και στις εφαρμογές μικρής κλίμακας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η υψηλή δημοτικότητα τους έχει οφείλεται αφενός στην ευκολία εγκατάστασης και χρήσης τους και, αφετέρου στη μείωση του κόστους επένδυσης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Στο πρόσφατο παρελθόν, έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση στις τιμές των φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Παράλληλα με την δημοτικότητά και του γεγονότος ότι είναι μια δοκιμασμένη τεχνολογία, τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι μεταξύ των πρώτων λύσεων ηλιακής ενέργειας που προωθούνται από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, δηλαδή τις τράπεζες, μέσω των πράσινων οικονομικών και επενδυτικών κινήτρων που δίνονται από το εκάστοτε κράτος. Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα προσφέρουν πράσινα δάνεια, παλαιότερα σε μεγαλύτερη κλίμακα αλλά που ισχύουν ακόμη και σήμερα.

Παρακάτω θα αναφέρουμε και ορισμένα από τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων (Krauter, 2006: 45).

- Το σπουδαιότερο ίσως μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών πάνελ, είναι τα περιορισμένα επίπεδα απόδοσης τους. Σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή θερμική ενέργεια, τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν σχετικά χαμηλό επίπεδο απόδοσης που κυμαίνεται μεταξύ 12-20%. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει συνεχής τεχνολογική ανάπτυξη στα φωτοβολταϊκά υλικά για τη βελτίωση των υφιστάμενων επιδόσεων των συστημάτων ή τη δημιουργία νέων προϊόντων, τα φωτοβολταϊκά συστήματα εξακολουθούν να περιορίζονται από τις δυνατότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στα φωτοβολταϊκά στοιχεία, όπως το λεπτό φωτοβολταϊκό φιλμ, τα μονό ή πολυκρυσταλλικά στοιχεία κ.λπ.

- Ένα άλλο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών πάνελ είναι ότι παράγουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο πρέπει να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο ρεύμα πριν να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί για κατανάλωση. Για να μετατρέψουν το συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα, τα συστήματα φωτοβολταϊκών πάνελ χρησιμοποιούν μετατροπείς, που είναι ακριβός ηλεκτρονικός εξοπλισμός με συγκεκριμένους τεχνολογικούς περιορισμούς, προσθέτοντας στο κόστος του συνολικού συστήματος, ιδίως σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις.
- Αν και η παροχή της ηλιακής ενέργειας είναι, συνήθως, παράλληλη με το μέγεθος της ζήτησης ενέργειας, ένα από τα κυριότερα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ότι παρέχουν ενέργεια μόνο με την χρήση του άμεσου ηλιακού φωτός και δεν μπορούν να αποθηκεύσουν υπερβολικές ποσότητες παραγόμενης ενέργειας για μετέπειτα χρήση. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν απαιτείται ενέργεια κατά την διάρκεια της νύχτας, οπότε και δεν υπάρχει ηλιακό φως, ή όταν οι καιρικές συνθήκες παρουσιάζουν διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα να μειωθούν πολύ οι όροι απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Κατά συνέπεια, η μείωση της αποτελεσματικότητας των φωτοβολταϊκών πάνελ, θα οδηγήσει σε παράλληλη μείωση της ηλεκτροπαραγωγής, η οποία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις οικονομικές επιδόσεις της φωτοβολταϊκής επένδυσης.
- Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παραγωγή χαμηλής τάσης ή οι διακυμάνσεις στο ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι δεν μπορεί να μεταδοθεί στο δίκτυο, συνθήκη που ονομάζεται διαλείπουσα παραγωγή.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με δυναμικότητα 300 mWh άρχισαν να λειτουργούν κατά τους πρώτους έξι μήνες του 2011 στην Ελλάδα και η συνολική χωρητικότητα τους είναι ήδη 1 GWh. Θεωρείται γενικά, ότι με βάση το συγκεκριμένο έργο, είναι πολύ πιθανό Ελλάδα να εξάγει περίπου 20 GWh ηλιακής ενέργειας προς τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης τα επόμενα χρόνια (Foster, κ.α., 2009).

Επί της ουσίας εξαιτίας του χαμηλού κόστους των φωτοβολταϊκών επιλέγουμε την απαιτούμενη ισχύ των φωτοβολταϊκών ώστε σχεδόν να καλύπτει πλήρως τους καλοκαιρινούς μήνες τα φορτία και την απαιτούμενη αυτονομία και στη συνέχεια υπολογίζουμε την ισχύ της ανεμογεννήτριας βάσει διαγραμμάτων που θα αποδώσει το χειμώνα το υπόλοιπο φορτίο.

## 4.5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αντλία θερμότητας είναι ένα μηχάνημα που έχει την ικανότητα να αντλεί θερμική ενέργεια από μια δεξαμενή και να τη μεταφέρει σε μια άλλη. Εάν, για παράδειγμα, θεωρήσουμε ότι το εξωτερικό περιβάλλον είναι η μία δεξαμενή και το εσωτερικό μιας κατοικίας η δεύτερη, με τη χρήση μιας αντλίας θερμότητας μπορούμε να αντλήσουμε θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον και να τη χρησιμοποιήσουμε για να ζεστάνουμε το εσωτερικό της κατοικίας.

Οι αντλίες θερμότητας εμφανίστηκαν ως η οικονομικότερη επιλογή για τη θέρμανση ενός σπιτιού με βάση έρευνα που διενεργήθηκε από τον λειτουργό υπηρεσίας Ενέργειας & Περιβάλλοντος της ΟΕΒ Παναγιώτη Καστανιά για την EnergyNews.

Ουσιαστικά λοιπόν η αντλία θερμότητας χρησιμοποιεί το περιβάλλον για να θερμάνει ή να ψύξει έναν χώρο. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητη μόνο στο στάδιο της άντλησης θερμότητας και ο χρήστης επιβαρύνεται μόνο το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την άντληση. Το ηλεκτρικό ρεύμα επομένως, δεν χρησιμοποιείται ως πηγή για τη δημιουργία θέρμανσης ή ψύξης και γι' αυτό η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που απαιτείται για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας είναι πολύ μικρή, σε σχέση με το αποτέλεσμα σε ψύξη ή θέρμανση.

Τα μηχανικά μέρη μιας αντλίας θερμότητας κινούνται με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Χρειάζεται μόνο 25% ενέργεια ενώ το υπόλοιπο 75% το αντλούν από το περιβάλλον σε σχέση με άλλα συμβατικά συστήματα, και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουν υψηλά επίπεδα οικονομίας.

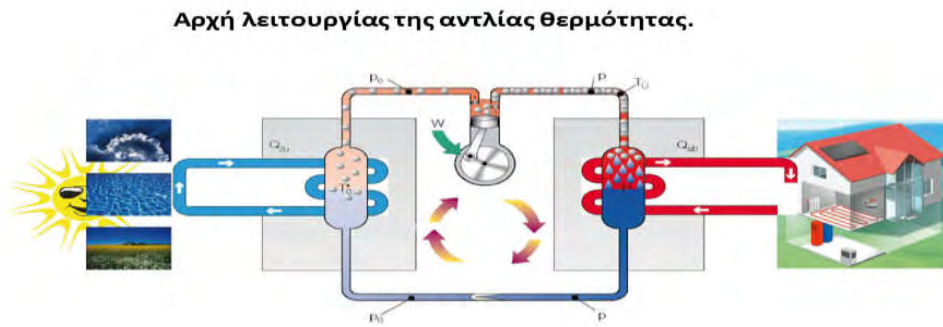
([https://4green.gr/news/data/glitwste-lefta/Strofh-stis-antlies-thermohtas-gia-ta-ellhnika-noikokyria\\_120621.asp](https://4green.gr/news/data/glitwste-lefta/Strofh-stis-antlies-thermohtas-gia-ta-ellhnika-noikokyria_120621.asp))

Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να διακριθούν σε αντλίες αέρα-αέρα, αέρα-νερού, νερού-νερού, νερού-αέρα, εδάφους αέρα, κ.τ.λ., και αυτό εξαρτάται από την πηγή που θα λάβουν την αρχική ενέργεια και τον δείκτη της τελικής ενέργειας.

### 4.5.1 Η ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας αέρα νερού βασίζεται στο γεγονός ότι αντλούν την ενέργεια που είναι κρυμμένη στον αέρα του περιβάλλοντος και την μετατρέπουν σε ωφέλιμη θερμική ενέργεια για τον χώρο σας.

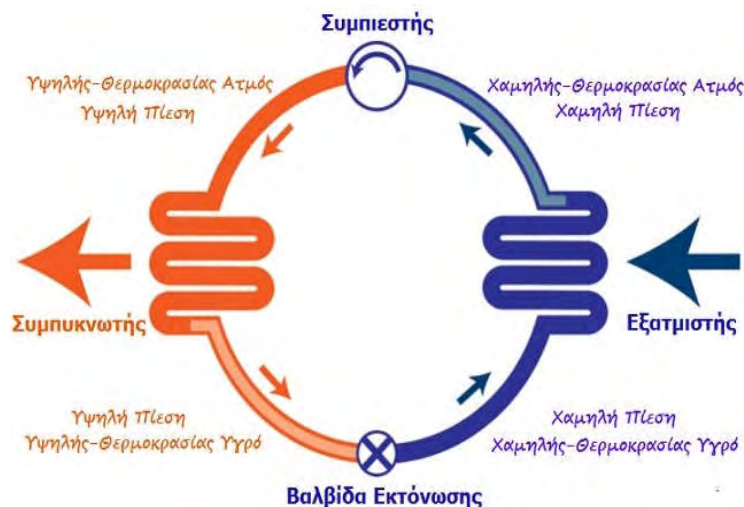
Εικόνα 4.5.1α 1: Λειτουργία της Αντλίας Θερμότητας



**Πηγή:** <http://www.uhhe.gr/>

Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται σε ένα ψυκτικό κύκλο που εκτελείται από ένα ψυκτικό μέσο. Στην λειτουργία ψύξης το μέσο εξατμίζεται λαμβάνοντας θερμότητα και έτσι ψύχεται ο χώρος που βρίσκεται η μονάδα εξάτμισης και στη λειτουργία θέρμανσης συμπυκνώνεται αποδίδοντας θερμότητα και έτσι ζεσταίνεται ο χώρος που βρίσκεται η μονάδα συμπύκνωσης. Οι κλιματιστικές μονάδες που διαθέτουν οι περισσότερες οικίες και τα γραφεία αποτελούν ένα παράδειγμα αντλίας θερμότητας με το ρόλο του εξατμιστή και του συμπυκνωτή να αντιστρέφεται από την εσωτερική στην εξωτερική μονάδα ανάλογα με τη ζήτηση θέρμανσης. (<https://www.mp-energy.gr/%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%B9%CE%B5%CF%83-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%83.html>)

Εικόνα 4.5.1β 1: Σύστημα λειτουργίας Αντλίας Θερμότητας



**Πηγή:** <https://www.mp-energy.gr/>

Το πλεονέκτημα μιας αντλίας θερμότητας είναι ο τρόπος με τον οποίο απορροφά την ενέργεια από το περιβάλλον και στην πορεία την αποδεδμεύει προς τον χώρο. Η αντλία θερμότητας απορροφά 1kW ηλεκτρικής ισχύος από το ηλεκτρικό δίκτυο (Δ.Ε.Η.) αποδίδοντας 4 kW θερμικής ισχύος στην κατοικία. Με αυτόν τον τρόπο η αντλία θερμότητας προσφέρει μέχρι και 70% εξοικονόμηση χρημάτων σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης και 50% σε σχέση με το φυσικό αέριο. Προϋπόθεση αυτής της εξοικονόμησης είναι η σωστή μελέτη για το σύστημα αντλίας θερμότητας. (<http://www.uhhe.gr/>)

Βέβαια επειδή οι αντλίες είναι μακράν ο πιο αποδοτικός τρόπος για παραγωγή θερμότητας και καθώς στο ενεργειακό μείγμα της χώρας μας εισέρχονται όλο και περισσότερο οι ανανεώσιμες πηγές, οι αντλίες έχουν σαφώς αναβαθμισμένη θέση στην προσπάθεια για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Οι αντλίες θερμότητας είναι ειδικά σχεδιασμένες για να ανταποκρίνονται με τον καλύτερο τρόπο στις πολλαπλές ανάγκες της σύγχρονης κατοικίας. Είτε πρόκειται για νέα οικοδομή είτε για σπίτι με εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης, οι αντλίες θερμότητας παρέχουν θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης εξασφαλίζοντας μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Μάλιστα, οι εκτιμήσεις αναφέρουν πως στο μέλλον λόγω ακριβώς της υψηλής τους ενεργειακή απόδοσης αλλά και της ευκολίας στην χρήση και εγκατάστασή τους, θα εξαλείψουν από την αγορά τους παραδοσιακούς λέβητες σε εφαρμογές θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. (<http://energy.reporter.com.cy/saving/article/74185/ti-einai-oi-antlies>)

## 5. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Στη χώρα μας οι δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι αρκετά υψηλές και εφαρμόζοντας τα κατάλληλα μέτρα μπορεί να γίνει εύκολη η αξιοποίησή τους. Πλέον η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για τον Εθνικό ενεργειακό σχεδιασμό δεδομένης και της οικονομικής κρίσης. Επίσης η εξοικονόμηση ενέργειας έχει μικρό κόστος μεγάλη προστιθέμενη αξία δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και έχει ως κύριο χαρακτηριστικό τη συμμετοχή όλων των πολιτών. (ΤΕΕ, 2011)

Ο σωστός ενεργειακός σχεδιασμός είναι αρκετά σημαντικός για τα νέα ή ριζικά ανακαινισμένα κτίρια ή γραφεία διότι η κατασκευή τους γίνεται για προκαθορισμένη χρήση καθ' όλη τη μετέπειτα διάρκεια της ζωής τους. Οι παρεμβάσεις που κρίνονται απαραίτητες μπορούν να γίνουν μόνο στην αρχή της κατασκευής του κτιρίου ή σε ριζική ανακαίνιση κάτι το οποίο δεν είναι εφικτό αφού γίνει παράδοση του κτιρίου προς χρήση. Η πράσινη Βίβλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2002) αναφέρει πως για να εξασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη ενεργειακή Ευσταθία ο καλύτερος δρόμος είναι η ενεργειακή αποδοτικότητα

Τα **πράσινα κτίρια** είναι ένας τύπος έξυπνου κτιρίου, τα οποία είναι σχεδιασμένα για να φιλοξενούν συστήματα αυτοματισμού ενέργειας, να διατηρούν τα στοιχεία της ποιότητας του αέρα και του νερού, καθώς επίσης και να διατηρούν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας εκτιμά ο Delgado (2014).

Η έννοια του πράσινου κτιρίου όπως αναφέρει ο Βουρδουμπάς (2014) στο άρθρο του, αφορά ένα κτίριο με χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα (αξιόλογη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του στο περιβάλλον) κατά τη κατασκευή και τη λειτουργία του, ουσιαστικά χρησιμοποιεί λίγους εξαντλήσιμους φυσικούς πόρους και παράγει λίγους αέριους, υγρούς και στερεούς ρύπους, δηλαδή καταναλώνει λιγότερους φυσικούς πόρους (νερό, καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια) και παράγει λιγότερους ρύπους (αέριους λόγω της καύσης καυσίμων, υγρά λύματα και στερεά απορρίμματα), ενώ παράλληλα προσφέρει άνεση και λειτουργικότητα στους χρήστες του αλλά και απόδοση κόστους στον ιδιοκτήτη του. Η δυνατότητα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αντί ορυκτών καυσίμων επιτρέπει στο κτίριο να αποβάλλει λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου καθώς και η λειτουργία του είναι απόλυτα βασισμένη σε ΑΠΕ. Για την κατηγοριοποίηση ενός κτιρίου σαν πράσινου, μπορούν ενδεικτικά να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι δείκτες (Βουρδουμπάς, 2014):

1. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από αυτό
2. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε αυτό
3. Κατανάλωση νερού σε αυτό
4. Εκπομπές διαφόρων ρύπων από αυτό

Οι διαθέσιμες τεχνολογίες για τη κατασκευή πράσινων κτιρίων ενδεικτικά είναι οι εξής: διάφορες τεχνολογίες θερμομόνωσης του κτιρίου, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη παραγωγή θερμού νερού χρήσης, η χρήση της στερεάς βιομάζας για τη θέρμανση χώρου, η χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για τη θέρμανση και τη ψύξη του χώρου, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη παραγωγή ηλεκτρισμού, η χρήση συστημάτων συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (για μεγάλα κτίρια) κ.ά.(Βουρδουμπάς, 2014).

Τα προβλήματα αφενός της εξάντλησης των φυσικών πόρων και αφ' ετέρου της ρύπανσης του περιβάλλοντος οξύνονται, επομένως αποκτά ιδιαίτερη σημασία η κατασκευή νέων πράσινων κτιρίων, αλλά και η ανακατασκευή παλιών με στόχο να μετατραπούν σε πράσινα. Όμως ιδιαίτερη σημασία αποκτά και η κατανάλωση ενέργειας σε ένα κτίριο με κύριο λόγο την αύξηση τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και άλλων καυσίμων. Καθίσταται λοιπόν ιδιαίτερα σημαντική για τον χρήστη ενός κτιρίου η καλή ενεργειακή συμπεριφορά του (κατανάλωση μικρών ποσοτήτων ενέργειας) και βοηθάει σε αυτό το νέο θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα σχετικά με την ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων.

Μία περιγραφή πρότυπου ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου φαίνεται παρακάτω



## 5.1 ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ (16-12-2002)

Στην οδηγία αυτή για πρώτη φορά χρησιμοποιείται επίσημα ο όρος «ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων» (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD). Οι διατάξεις της καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ψύξη, αερισμού και φωτισμού για νεόδμητα αλλά και υφιστάμενα κτίρια. Επίσης αποτέλεσε για πολλά χρόνια το κύριο «νομικό εργαλείο» της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με στόχο την οικονομικά αποδοτική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η οδηγία θεσπίζει απαιτήσεις που αφορούν το γενικό πλαίσιο για μια μεθοδολογία υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, την εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων και των μεγάλων υφιστάμενων κτιρίων στα οποία γίνεται μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση, την ενεργειακή πιστοποίηση των κτηρίων και την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων και μια αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών  
(Οδηγία 2002/91/ΕΚ, 2002)

Η κοινή μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενεργειακή απόδοση, και όχι πλέον μόνον την ποιότητα της μόνωσης του κτιρίου. Στην ολοκληρωμένη προσέγγιση θα πρέπει να συνυπολογίζονται παράγοντες όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης, οι εγκαταστάσεις φωτισμού, η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, η ανάκτηση θερμότητας κ.λπ.

Η οδηγία έπρεπε να τεθεί σε εφαρμογή από τα κράτη μέλη μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 και υποχρεούνται να εφαρμόσουν όλες τις νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις που προβλέπει αυτή.

Με την έκδοση της οδηγίας η Ευρωπαϊκή Ένωση σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) ανέλαβε τη δημιουργία 31 τεχνικών προτύπων για τις ενεργειακές αποδόσεις των κτιρίων για την υποστήριξη της οδηγίας. Τέλος όταν τα κτίρια που κατασκευαστούν, πουληθούν ή ενοικιαστούν πρέπει να έχουν διαθέσιμα τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης. (Κοσμόπουλος Π., Περιβολάρης Α., 2017)



## 5.2 ΟΔΗΓΙΑ 2006/32/ΕΚ (05-04-2006)

Η οδηγία αυτή αφορά την προώθηση της εφαρμογής των μέτρων που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση, επίσης αφορά τις ενεργειακές υπηρεσίες και την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ (SAVE).

Η εν λόγω οδηγία:

- Εγκαθιδρύει ενδεικτικούς στόχους, κίνητρα και θεσπίζει οικονομικά και νομοθετικά πλαίσια, έτσι ώστε να εξαλείψει τα εμπόδια και τις ατέλειες της αγοράς, που αποτρέπουν την αποτελεσματική χρήση της ενέργειας.
- Δημιουργεί προϋποθέσεις για την ανάπτυξη και την προώθηση μιας αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών, ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν ενεργειακά προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα κράτη μέλη σύμφωνα με την οδηγία οφείλουν να υιοθετήσουν και να επιτύχουν ένα στόχο ενεργειακής εξοικονόμησης της τάξης του 9% μέχρι το 2016, στα πλαίσια του εθνικού σχεδίου δράσης για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Ο στόχος αυτός ορίστηκε και υπολογίστηκε σύμφωνα με το παράρτημα I της οδηγίας. Επιπλέον, υπεύθυνοι για την παρακολούθηση της προόδου και την διασφάλιση της επίτευξης των στόχων του προγράμματος πρέπει να οριστούν μία ή περισσότερες δημόσιες αρχές ή υπηρεσίες.

Ο δημόσιος τομέας πρέπει να πάρει μέτρα

- α) για να βελτιώσει την ενεργειακή του αποδοτικότητα,
- β) να ενημερώσει το κοινό και τις επιχειρήσεις για τα μέτρα αυτά και
- γ) να προωθήσει την ανταλλαγή των καλών αυτών πρακτικών.

Το παράρτημα VI της οδηγίας περιλαμβάνει μέτρα τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει ο δημόσιος τομέας όπως:

- Χρησιμοποίηση οικονομικών εργαλείων για την ενεργειακή εξοικονόμηση όπως χρηματοδότηση από τρίτους και συμβάσεις ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Αγορά ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και οχημάτων.
- Αγορά προϊόντων που παρήχθησαν με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση

Επίσης, πρέπει από τα κράτη μέλη να οριστούν νέες ή υπάρχουσες δημόσιες αρχές που θα φέρουν σε πέρας διοικητικά, διαχειριστικά και εφαρμοστικά καθήκοντα για την ικανοποίηση των δεσμεύσεων

Ένα άλλο σημαντικό σημείο της οδηγίας αυτής είναι ότι όλα τα κράτη μέλη θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι στους τελικούς καταναλωτές οι λογαριασμοί που πληρώνουν βασίζονται στην πραγματική ενεργειακή κατανάλωση. Επίσης πρέπει να

εγκαθίστανται ατομικοί μετρητές που θα δείχνουν το ποσό ενέργειας που καταναλώθηκε από τον κάθε χρήστη.

### 5.3 ΕΘΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Χρονικό δημοσίευσης διατάξεων (Στυλλος, 2012)

1. Μάιος 2008: Νόμος 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008)
2. Ιούνιος 2008: Αποφάσεις υπ' αριθ. Δ6/Β/14826 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» (ΦΕΚ 1122/17 Ιουνίου 2008)
3. Απρίλιος 2010: Αποφάσεις υπ' αριθ. Δ6/Β/οικ. 5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΦΕΚ 407/9 Απριλίου 2010)
4. Ιούνιος 2010: Νόμος 3855 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 95/23 Ιουνίου 2010)
5. Αύγουστος 2010: Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθμ.72 «Συγκρότηση, διοικητική – οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ 132/5 Αυγούστου 2010)
6. Σεπτέμβριος 2010: Αριθ. οικ. 17178, Απόφαση 4 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ 1387/2 Σεπτεμβρίου 2010)
7. Οκτώβριος 2010: Εγκύκλιος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με θέμα την «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)»
8. Οκτώβριος 2010: Το ΤΕΕ δημοσιεύει τις Τεχνικές Οδηγίες και την δοκιμαστική έκδοση του λογισμικού για την υποστήριξη και εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ.
9. Οκτώβριος 2010: Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 100 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/6 Οκτωβρίου 2010)

#### **5.4 ΝΟΜΟΣ 3661/2008**

Ο νόμος 3661/2008 εκδόθηκε και ψηφίστηκε από την Ελληνική βουλή με σκοπό να εναρμονιστεί η Ελληνική νομοθεσία με την οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» Ο εν λόγω νόμος αφορά στα «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».

Ο νόμος 3661 αναλύει βασικά θέματα που αφορούν:

- Τον καθορισμό των ελάχιστων προδιαγραφών ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινισμένα κτίρια.
- Τη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων, δηλαδή για τα υφιστάμενα κτίρια με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m<sup>2</sup>σε περίπτωση που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος υπερβαίνει το 25,00% της αξίας του κτιρίου
- Τον τρόπο έκδοσης του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης όλων των νέων κτιρίων που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50m<sup>2</sup>με ισχύ 10 ετών
- Την διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στις εγκαταστάσεις κλιματισμού και στους λέβητες των κτιρίων, με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Τη δημιουργία σώματος ειδικών και διαπιστευμένων ελεγκτών και ενεργειακών επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.

#### **5.5 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΚΕΝΑΚ)**

Με τον κανονισμό (ΚΕΝΑΚ) καθορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού. Καθορίζεται επίσης ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης που προβλέπεται στο άρθρο 6, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της, τυχόν πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση

της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια.

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίων περιλαμβάνει:

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτιρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας.
- Την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεων τους.
- Την εγκατάσταση κλιματισμού.
- Τον εξαερισμό και τον φυσικό αερισμό.
- Την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτιρίων άλλων χρήσεων, πλην της κατοικίας.
- Τη θέση και τον προσανατολισμό των κτιρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών.

#### **5.6 Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/2008**

Η κοινή υπουργική απόφαση αριθμ. Δ6/Β/14826 «Μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» δημοσιεύτηκε στο Φ.Ε.Κ 1122 της 17 Ιουνίου 2008 και αφορά μέτρα ενεργειακής απόδοσης για κτίρια του δημοσίου.

#### **5.7 Κ.Υ.Α. Δ6/Β/ΟΙΚ. 5825/2010**

Η συγκεκριμένη απόφαση είναι η «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) η οποία έλαβε ισχύ με το ΦΕΚ Β' 407. Ο Κ.Εν.Α.Κ. είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια της Ελλάδας που αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ειδικότερα, σκοπό έχει τη μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμό (ΘΨΚ), Φωτισμό και Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ). Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσα από τεχνικές όπως του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Για τον σκοπό αυτό με τον Κ.Εν.Α.Κ.:

- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων για ΘΨΚ, φωτισμό και ZNX.
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων, των υπό μελέτη νέων κτιρίων και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας η οποία περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

1. Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
2. Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου.
3. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων.
4. Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.
5. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού, της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.
6. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα

Στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), των συστημάτων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), των Κεντρικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση) και τέλος των συστημάτων φυσικού φωτισμού.

## 5.8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εξετάζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), η οποία συστάθηκε με το άρθρο 6 του νόμου 3818/2010(ΦΕΚ 17/16-02-2010) στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ)

Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες συστάθηκαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος και περιέχουν πληροφορίες σχετικά με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, ανάλυση του υπολογισμού για την ενεργειακή επιθεώρηση καθώς και ελάχιστες και μέγιστες τιμές που πρέπει να παρουσιάζουν τα διάφορα υλικά και ο εξοπλισμός του κτιρίου.

Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή ενέργεια, τόσο στο υπό μελέτη κτίριο όσο και στο κτίριο αναφοράς, γίνεται με τη ρήση του παρακάτω πίνακα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1:** Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή τομέα

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή τομέα	Ελκυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο Θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238

Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	---

**ΠΗΓΗ:** Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010

### 5.8.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης. Στον Πίνακα 5.2 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες ξεκινώντας από την θερμότερη και καταλήγοντας στην ψυχρότερη. Τα όρια των κλιματικών ζωνών δύνανται να καθοριστούν με μεγαλύτερη ανάλυση, σύμφωνα με σχετική ΤΟΤΕΕ.

**Πίνακας 5.2:** Κλιματικές Ζώνες

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

### **5.8.2 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.**

Κάθε νέο κτίριο καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης της παρούσας, οι οποίες ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 της παρούσας και:

➤ είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό εξέταση κτιρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.

➤ είτε το υπό εξέταση κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς ως προς το κτιριακό κέλυφος και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις συνολικά.

### **5.8.3 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.**

Σχεδιασμός κτιρίου: Στο σχεδιασμό του κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η κατάλληλη χωροθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, οι θέσεις των κουφωμάτων τα οποία πρέπει να είναι τοποθετημένα ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού και τέλος να λαμβάνεται υπόψη η ενσωμάτωση των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Κτιριακό κέλυφος: Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα:



**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3:** Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, κατά κλιματική ζώνη

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ [W/(m <sup>2</sup> .K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>D</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>W</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U <sub>DL</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>G</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U <sub>WE</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα)	U <sub>F</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

**ΠΗΓΗ:** T.O.T.E.E. 20701-1/2010

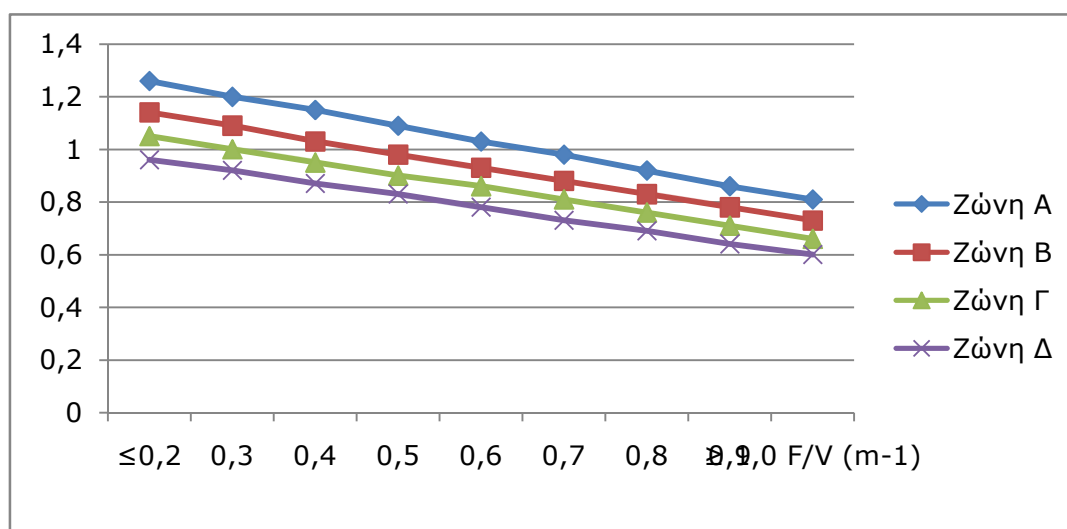
Η τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και στο διάγραμμα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4:** Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας  $U_m$  για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

A/V ( $m^{-1}$ ) Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής				
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
$\geq 1,0$	0,81	0,73	0,66	0,60

**ΠΗΓΗ:** Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, 2012

**Διάγραμμα 5.1:** Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) κατά κλιματική ζώνη



Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά, όπως ορίζονται στον Πίνακα 2.3 Η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων, των γραμμικών συντελεστών θερμοπερατότητας (θερμογέφυρες), καθώς και του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του κτιρίου καθορίζεται με σχετική TOTEE κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

#### **5.8.4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Οι επιμέρους Η/Μ εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους ακόλουθους περιορισμούς σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ.:

α) Κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) που εγκαθίσταται στο κτίριο με παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.

β) Όλα τα δίκτυα διανομής νερού ή αλλού μέσου της κεντρικής θέρμανσης, ή της εγκατάστασης ψύξης, ή του συστήματος ΖΝΧ, πρέπει να έχουν θερμομόνωση. Ιδιαίτερα οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους διαθέτουν κατ' ελάχιστον πάχος θερμομόνωσης 19mm για θέρμανση χώρων και 13mm για ψύξη, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  (στους 20°C).

γ) Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτιρίων πρέπει να είναι θερμομονωμένοι με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.

δ) Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων

ε) Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με επανακυκλοφορία του ZNX εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δρ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτησης σε ZNX.

στ) Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια η ζήτηση του ZNX πρέπει να καλύπτεται τουλάχιστον κατά 60,00% από ηλιοθερμικά συστήματα σε περίπτωση που οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας.

ζ) Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν μέγιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με ξεχωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό μπορεί το 50,00% να μην χρησιμοποιείται.

η) Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης, καθώς επίσης σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ZNX, εφαρμόζεται θερμοδομέτρηση.

ι) Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.

ια) Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο τουλάχιστον ίσο με 0,95.

### **5.8.5 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Βάσει του Νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» ( ΦΕΚ Α 89) για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινισμένα κτίρια η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική.

Ειδικότερα η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής ΤΟΤΕΕ:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»,

- 20701-4/2010: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

α) στην εκπλήρωση ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τα τεχνικά συστήματα του, και

β) στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τον σχεδιασμό, το κτιριακό κέλυφος και τα τεχνικά συστήματα του.

#### 5.8.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον Πίνακα 5.5. Ο δείκτης RR είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5:** Κατηγορίες για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
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	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

**ΠΗΓΗ:** Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

### **5.8.7 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) ΚΤΙΡΙΩΝ**

Το ΠΕΑ εμφανίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, όπως προκύπτει από την ενεργειακή επιθεώρηση και τους υπολογισμούς και περιλαμβάνει, τα στοιχεία της επιθεώρησης, τα στοιχεία του κτιρίου, την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου, την υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, την πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, την πραγματική ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας, την πραγματική συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, τις υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και απαιτείται

- μετά την ολοκλήρωση κατασκευής νέου κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- μετά την ολοκλήρωση ριζικής ανακαίνισης κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- κατά την πώληση κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- κατά τη μίσθωση σε νέο ενοικιαστή κτιρίου ή κτιριακής μονάδας
- για κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των διακοσίων πενήντα (250) τετραγωνικών μέτρων τα οποία χρησιμοποιούνται από υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα και τα οποία επισκέπτεται συχνά το κοινό.

Από την υποχρέωση έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης εξαιρούνται ορισμένες κατηγορίες κτιρίων, όπως μνημεία, προστατευόμενα κτίρια, χώροι λατρείας, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, εργαστήρια, προσωρινής χρήσης κτίρια και μεμονωμένα κτίρια συνολικής επιφάνειας μικρότερης των πενήντα τετραγωνικών μέτρων (50 τ.μ.). Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοραπωλησίας και ενοικίασης έχει τεθεί σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011. (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ, 2011, ΥΠΕΚΑ)

Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του ΠΕΑ και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του ΠΕΑ. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δεν θα θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον ΠΕΑ.

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.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ, καθορίζονται η οριστική μορφή και περιεχόμενο του ΠΕΑ κτιρίου.

### **5.8.8 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ**

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων, της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία, των δυνατοτήτων βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασής τους. Η κατάταξη του κτιρίου σε ενεργειακή κατηγορία γίνεται βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς.

Γενικά η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ΖΝΧ) και συνολικά στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, στην έκδοση του ΠΕΑ και στην σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου του. Η ενεργειακή επιθεώρηση πραγματοποιείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από την παράγραφο 2 του άρθρου 9 του ν.3661/08, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 6του ν. 3661/2008.

Τα στάδια της Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή

2. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), αφού καταχωρηθούν ηλεκτρονικά τα γενικά στοιχεία του κτιρίου στο προβλεπόμενο από την παράγραφο 3 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων.

3. Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή.

4. Σε περίπτωση κτιρίων μεγάλης επιφάνειας με πολύπλοκες Η/Μ εγκαταστάσεις, πέρα από την απλή καταγραφή των στοιχείων του, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων που συμβάλουν στην ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων και των συνθηκών λειτουργίας. Ο μετρητικός εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, των θερμικών χαρακτηριστικών του (θερμοπερατότητα, θερμοκρασία επιφανειών κ.α.), της κατανάλωσης ενέργειας των Η/Μ συστημάτων, την ένταση και την τάση ρεύματος, την απορροφούμενη ισχύ, τον συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ηλεκτρικού ρεύματος (αρμονικές κ.α.), τα επίπεδα φωτισμού και την απορροφούμενη ισχύ από τα συστήματα φωτισμού και τις εσωτερικές συνθήκες των χώρων (θερμοκρασία, υγρασία, κυκλοφορία αέρα κ.α.).

5. Επεξεργασία των στοιχείων του κτιρίου με την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο Β' της παρούσας.

6. Σύνταξη του ΠΕΑ Κτιρίου

7. Έκδοση του ΠΕΑ, ηλεκτρονική καταχώρησή του στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων μαζί με το έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου το οποίο παραδίδεται, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

8. Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ.

9. Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, εάν κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση ΠΕΑ, κατά τα



οριζόμενα στην παράγραφο 1 του άρθρου 6 του ν. 3661/08, διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και επομένως το κτίριο δεν κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β, τότε ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του ΠΕΑ, μέτρα βελτίωσης τα οποία εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β σύμφωνα με τις συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή που αναφέρονται στο ΠΕΑ.

Στη συνέχεια, διενεργείται μία νέα ενεργειακή επιθεώρηση και εκδίδεται νέο ΠΕΑ και σε περίπτωση που οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης δεν ικανοποιούνται (κατάταξη τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β),εφαρμόζονται οι διατάξεις του άρθρου 382 του ΠΔ 580/Δ/1999 (ΦΕΚΑ' 210) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας».

10. Σε περίπτωση όπου το ΠΕΑ εκδίδεται μετά την υλοποίηση επεμβάσεων στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει αναλυτικά τις υλοποιημένες επεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του παρόντος Κανονισμού και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων συμπληρώνεται τυποποιημένο έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου, όπου γίνεται η καταγραφή των απαιτούμενων στοιχείων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και την έκδοση του ΠΕΑ.

Το έντυπο διευκολύνει τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων που αφορούν στα δομικά στοιχεία και στις Η/Μ εγκαταστάσεις των κτιρίων και συμβάλει στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης. Το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων περιλαμβάνει στοιχεία του κτιρίου που αφορούν:

- α) το κτιριακό κέλυφος,
- β) το σύστημα θέρμανσης,
- γ) το σύστημα ψύξης,
- δ) το σύστημα αερισμού,
- ε) το σύστημα φωτισμού,
- στ) τις παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης.

### 5.8.9 ΈΚΔΟΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ)

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκαν με την οικ.17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 1387/ Β/2.9.2010) οι Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ. Με τις οδηγίες αυτές καθορίζονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων όπως αυτές ορίζονται στον ΚΕΝΑΚ.

Οι οδηγίες αυτές χρησιμοποιούνται τόσο στην ενεργειακή μελέτη ενός κτιρίου, όσο και στην ενεργειακή του επιθεώρηση. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτίριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και να μπορέσει να την βελτιώσει.

Οι προδιαγραφές για τις παραμέτρους της μεθοδολογίας ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτιρίων (δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα), το προφίλ λειτουργίας των κτιρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τις ειδικές κλιματικές συνθήκες για κάθε περιοχή. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν και καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτιρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού.

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ανάλογα με τις δραστηριότητες του. Για κάθε κτίριο ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει, καθώς επίσης και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι τυποποιημένη.

Στις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών επιθεωρήσεων, η συλλογή και ο προσδιορισμός των απαραίτητων δεδομένων δε θα είναι δυνατή στο βαθμό που απαιτείται. Γι' αυτό το λόγο οι ΤΟΤΕΕ παρέχουν την δυνατότητα εκτίμησης αυτών των δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς με βάση την ισχύουσα πρακτική δόμησης που εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο. Προκειμένου να

περιοριστεί η εσφαλμένη εκτίμηση και εισαγωγή δεδομένων κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καλείται να επιλέξει, ανάλογα με την περίπτωση και τις ειδικές συνθήκες, τις κατάλληλες παραμέτρους.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, συντάσσει κατά περίπτωση τεχνική έκθεση, στην οποία αναφέρονται λεπτομερώς τα δεδομένα και οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και οι σχετικές διευκρινήσεις, όπου αυτό απαιτείται. Τα τεύχη των ΤΟΤΕΕ που έχουν εκδοθεί είναι τα ακόλουθα:

- 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».

### **5.9 ΟΔΗΓΙΑ 2010/31/ΕΚ (19-05-2010)**

Η οδηγία αυτή είναι μια αναθεώρηση της προηγούμενης και αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Σε γενικές γραμμές η Οδηγία αναφέρει ότι τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να υιοθετήσουν είτε σε εθνικό είτε σε τοπικό επίπεδο, μια μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων η οποία λαμβάνει υπόψη τα παρακάτω:

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (μόνωση, θερμοχωρητικότητα κ.α.)
- Μόνωση του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος ζεστού νερού χρήσης
- Τις εσωτερικές κλιματικές συνθήκες
- Τις εγκαταστάσεις κλιματισμού
- Τις εγκαταστάσεις φωτισμού
- Την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΣΗΘ

- Την θετική επίδραση της έκθεσης του κτιρίου σε κατάλληλο προσανατολισμό για την επίδραση ηλιοφάνειας

Τα κράτη μέλη πρέπει να ορίσουν τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις που πρέπει να εμφανίζει ένα κτίριο καθώς και την μεθοδολογία όπου θα θέτει την οικονομικότερη λύση για την εφαρμογή της Οδηγίας. Επίσης έχουν το δικαίωμα να διαφοροποιούν αυτά τα όρια ανάλογα με το αν τα κτίρια είναι υφιστάμενα ή νέα, καθώς και ανάλογα με την λειτουργία του κτιρίου (γραφεία, εργοστάσια, νοσοκομεία κ.λ.π.). Ένα πολύ σημαντικό σημείο που αναφέρεται στην Οδηγία είναι τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (ZeroEnergyBuilding). Από τις 31 Δεκεμβρίου του 2020 όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενώ τα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας μετά τις 31 Δεκεμβρίου του 2018. Τα κράτη μέλη πρέπει να εφαρμόσουν εθνικά σχέδια με σκοπό:

- Την εφαρμογή καθώς και τον ακριβή ορισμό του όρου ZeroEnergyBuilding
- Την δημιουργία ενδιάμεσων στόχων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων κτιρίων
- Την παροχή πληροφοριών για τις πολιτικές καθώς και για τα οικονομικά μέτρα που πρέπει να παρθούν. Τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίσουν μία λίστα, η οποία θα ανανεώνεται κάθε τρία χρόνια, με ήδη υπάρχοντες οργανισμούς που θα προωθούν την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

### **5.10 ΝΟΜΟΣ 3855/2010**

Ο Νόμος αυτός αφορά στα Μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις. Με τις διατάξεις του νόμου αυτού εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2006/32/EK, καθορίζονται εθνικοί στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας και δημιουργούνται οι συνθήκες για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον τελικό καταναλωτή.

### **5.11 Π.Δ. 100/30-09-2010 (ΦΕΚ 177/Α'/06-10-2010)**

Με το Προεδρικό διάταγμα αυτό "Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού" καθορίζονται τα

προσόντα των ενεργειακών επιθεωρητών, ο τρόπος χορήγησης άδειας, η αμοιβή τους κ.α..

### 5.12 ΟΔΗΓΙΑ 2012/27/ΕΕ (25-10-2012)

Η Οδηγία τέθηκε σε ισχύ τον Δεκέμβριο του 2012, τροποποιώντας της Οδηγίες 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και καταργώντας τις Οδηγίες 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ. Η πρόοδος στην πορεία προς τον ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας κατά 9% έως το 2016, βάσει της 2006/32/ΕΚ, αποτελεί σημείο αναφοράς στο πλαίσιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ και του 3<sup>ου</sup> Εθνικού Σχεδίου Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΕΣΔΕΑ), ΥΠΕΚΑ (2014).

Η Οδηγία 2012/27/ΕΕ εναρμονίστηκε στο εθνικό δίκαιο με το Νόμο 4342/2015 (9 Νοεμβρίου 2015) «για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ». Στο πλαίσιο εφαρμογής του άρθρου 3 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ (κατ' αντιστοιχία με το άρθρο 4 του Ν.4342/2015), καθορίστηκε ο Ενδεικτικός Στόχος Ενεργειακής Απόδοσης σε εθνικό επίπεδο

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6:** Ενδεικτικός Στόχος Ενεργειακής Απόδοσης σε εθνικό επίπεδο

	2007	2009	2011	2020 (Εθνικός ενδεικτικός στόχος στο πλαίσιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ)
Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας (Mtoe)	31,5	30,5	27,8	25,5
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (Mtoe)	30,7	29,6	26,9	24,7
Συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας (Mtoe)	22,1	20,5	18,9	18,4
Ενεργειακή ένταση πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (koe/€)	0,137	0,128	0,129	0,109
Ενεργειακή ένταση τελικής κατανάλωσης ενέργειας (koe/€)	0,099	0,089	0,091	0,081

**ΠΗΓΗ:** 3<sup>ο</sup> Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΕΣΔΕΑ), ΥΠΕΚΑ (2014)

Οι κυριότερες διατάξεις της συγκεκριμένης οδηγίας που σχετίζονται με τον κτηριακό τομέα είναι οι εξής:

- Τα κράτη μέλη θεσπίζουν μια μακροπρόθεσμη στρατηγική για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του εθνικού κτηριακού αποθέματος.
- Κάθε κράτος μέλος μεριμνά, ώστε από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2014 να ανακαινίζεται κάθε χρόνο το 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή/και ψυχομένων κτηρίων, που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκησή τους.
- Τα κράτη μέλη παροτρύνουν τους δημοσίους φορείς να εγκρίνουν σχέδιο ενεργειακής απόδοσης (ΣΔΕΑ), να καθιερώσουν σύστημα διαχείρισης ενέργειας (ΣΔΕ) και να χρησιμοποιούν, ενδεχομένως, εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών (ΕΕΥ) και συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης (ΣΕΑ) για να χρηματοδοτούν ανακαινίσεις και να εφαρμόζουν σχέδια για τη διατήρηση ή τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μακροπρόθεσμα.
- Τα κράτη μέλη μεριμνούν, ώστε οι επιχειρήσεις που δεν είναι μικρομεσαίες να υποβάλλονται σε επαναλαμβανόμενο ενεργειακό έλεγχο κάθε τέσσερα χρόνια ή, εναλλακτικά, να εφαρμόζουν πιστοποιημένο σύστημα ενεργειακής ή περιβαλλοντικής διαχείρισης.
- Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι, εφόσον είναι τεχνικώς εφικτό, οικονομικώς εύλογο και ανάλογο προς τη δυνητική εξοικονόμηση ενέργειας, παρέχονται σε ανταγωνιστική τιμή στους τελικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης και ζεστού νερού για οικιακή κατανάλωση ατομικοί μετρητές, που να αντικατοπτρίζουν επακριβώς την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του τελικού καταναλωτή και να παρέχουν πληροφορίες όσον αφορά τον πραγματικό χρόνο χρήσης.
- Σε πολυκατοικίες και κτίρια πολλαπλών χρήσεων, όπου η θέρμανση/ψύξη παρέχεται από κεντρική πηγή ή δίκτυο τηλεθέρμανσης ή από κεντρικό σημείο παραγωγής που εξυπηρετεί πολλαπλά κτίρια, εγκαθίστανται επίσης ατομικοί μετρητές κατανάλωσης έως την 31<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2016 για τη μέτρηση της κατανάλωσης για θέρμανση ή ψύξη ή για ζεστό νερό σε κάθε μονάδα, εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό και οικονομικώς αποδοτικό.

## **6. ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ Ή ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

### **6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

Σύμφωνα με το Εθνικό πλαίσιο, η μετάβαση σε μια εποχή εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα την έχουν αναλάβει κτίρια νέας γενιάς χαμηλών ή και μηδενικών ενεργειακών απαιτήσεων, αλλά και η μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

Αρχικά γνωρίζαμε για τα παθητικά κτίρια για τα οποία η κεντρική ιδέα τους ήταν να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση στο σύνολο ενός κτιρίου, ανακαινίζοντας το κέλυφος του κτιρίου με τις κατάλληλες μεταβολές στην μόνωση του. Αμέσως μετά γνωρίσαμε για τα κτίρια με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (Nearlyzeroenergybuildings).

Στο άρθρο 2 της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ αναφέρεται ο ορισμός του κτιρίου με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας δηλαδή: (NZEB) είναι το κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με το παράρτημα Ι. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.

Όσο αφορά τα κτίρια με μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ZeroEnergyBuilding- ZEB), υπάρχουν πολλές διαφορετικές εκδοχές για το πώς πρέπει να είναι ένα κτίριο, όμως η κεντρική ιδέα είναι η ίδια. Αναλόγως με τον τρόπο που είναι χτισμένο το κτίριο καθώς και, ανάλογα με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες επιλέγεται η πηγή ενέργειας από ΑΠΕ. Το πρωτεύον ζήτημα όμως είναι να μειωθούν αρχικά οι απαιτήσεις για ενέργεια και μετά αυτή να παραχθεί.

Επίσης τα κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης περιγράφονται ως κτίρια που έχουν μηδενικές εκπομπές άνθρακα σε ετήσια βάση (Kylili & Fokaides, 2015). Οι Kylili & Fokaides (2015) εκτιμούν ότι, στην πράξη αυτό επιτυγχάνεται μειώνοντας την ενεργειακή ζήτηση του κτιρίου και εκμεταλλευόμενοι τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες τεχνολογίες για την ικανοποίηση των μειωμένων ενεργειακών απαιτήσεων.

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για το τι σημαίνει κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης στην πράξη (Zero Energy Buildings, 2018):

Net zero site energy use building: η ποσότητα ενέργειας που παρέχεται από επιτόπιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ισούται με την ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται από το κτίριο.

Net zero source energy use building: παράγει την ίδια ποσότητα ενέργειας όπως και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της ενέργειας στο κτίριο.

Net zero energy emissions building: ορίζεται γενικά ως ένα κτίριο με μηδενικές καθαρές εκπομπές ενέργειας, γνωστό και ως κτίριο μηδενικού άνθρακα ή δημιουργία μηδενικών εκπομπών.

Net zero cost building: το κόστος αγοράς ενέργειας εξισορροπείται από το εισόδημα από πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται επί τόπου.

Net off-site zero energy use building: μπορεί να θεωρηθεί (ZEB) εάν το 100% της ενέργειας που αγοράζει προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ακόμη και αν η ενέργεια παράγεται εκτός του χώρου.

Off the grid building: είναι αυτόνομο ZEB που δεν είναι συνδεδεμένο με μια εγκατάσταση ενέργειας εκτός δικτύου.

Ένα κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης είναι αυτό που δημιουργεί περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνει και θεωρείται πως έχει αυτοτελή ενέργεια μέσω της χρήσης επιτόπιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενισχυμένων με ενεργειακά αποδοτικές οικιακές τεχνολογίες (ZeroEnergyBuildings, 2018).

Τα (ZEB) έχουν αποδειχθεί ότι λειτουργούν ως βασικοί συντελεστές στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, δεδομένου ότι αναμένεται να συμβάλουν σημαντικά στην ενεργειακή πλευρά των έξυπνων πόλεων, αντιμετωπίζοντας πρωτίστως τις προκλήσεις όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση, την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη διαχείριση της ενέργειας. Η δυναμική συμβολή τους σε αυτές τις πτυχές, έχει επισημανθεί απερίφραστα στη βιβλιογραφία.

Πλεονεκτήματα τους:

Η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα υφιστάμενα κτίρια, αλλά και η κατασκευή νέων με υψηλής απαίτησης ενεργειακή απόδοση, έχει ως αποτέλεσμα (Τζανακάκη, 2006)

Την βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού λόγω της απεξάρτησης από εισαγωγές καυσίμων.



Την μείωση των εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα, καθώς και άλλων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου.

Την βελτίωση των συνθηκών άνεσης στους χώρους εργασίας και κατοικίας με άμεσο επακόλουθο να προάγει το επίπεδο διαβίωσης μεγάλου μεριδίου ανθρώπων.

Την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στους τομείς που προάγουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων (μελέτη, πιστοποίηση, κατασκευή, χρήση κτλ).

Μειονεκτήματα τους:

Στον αντίποδα, εκτός της μεγάλης τεχνολογικής, ενεργειακής και κοινωνικής ωφέλειας που επισύρουν οι αλλαγές και η κατεύθυνση προς αυτό τον νέο τρόπο δόμησης των κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, υπάρχουν και κάποιες τεχνικές - οικονομικές δυσκολίες που εμφανίζονται παροδικά ως μειονεκτήματα τα οποία συνοψίζονται στα εξής:

Στον προβληματισμό των μελετητών ως προς τα: «ποιο υλικό», «πόσο κοστίζει», «πόσο αξιόπιστο είναι», «τι χρόνο ζωής έχει», έρχεται να προστεθεί και ένας νέος, «ποιές είναι οι περιβαλλοντικές συνέπειες από την εφαρμογή και τη χρήση του» (Αξάρλη, 2009).

Η πρόκληση για βελτιστοποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού, και η αξιοποίηση του κλίματος του περιβάλλοντα χώρου του εκάστοτε κτιρίου.

Η μεγάλη οικονομική επιβάρυνση για την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών στα κτίρια.

Ο μεγάλος χρόνος οικονομικής απόσβεσης που μπορεί να αποτελέσει τροχοπέδη στην εφαρμογή και χρήση νέων αειφόρων τεχνολογιών.

Ποιός είναι όμως ο ρόλος των κτιρίων στις έξυπνες και βιώσιμες πόλεις; Η ανάπτυξη μιας πόλης δε μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά και μόνο σε μια διάσταση ή ακόμα και σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά αλλά σε ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και δραστηριοτήτων (Giffinger et al., 2007). Οι Pervoli et al. (2014) εκτιμούν ότι ένα από τα βασικότερα πεδία δραστηριοτήτων που αφορούν τις έξυπνες πόλεις είναι τα κτίρια. Η μείωση ενεργειακής κατανάλωσης και η ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορούν να επιτευχθούν εφόσον αναπτυχθεί ένα δίκτυο έξυπνων κτιρίων -και όχι μόνο-, τα οποία παράλληλα θα κάνουν χρήση αυτοματισμών και ασφάλειας.

Μάλιστα πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων επηρεάζει το 80% της συνολικής ενεργειακής συμπεριφοράς μιας πόλης επομένως τα κτίρια είναι σημαντικό δομικό στοιχείο των πόλεων, των οποίων η συμπεριφορά τους (ενεργειακή, αυτοματισμού, γειτνίασης, διάθεσης ελεύθερου χώρου κ.α.) καθορίζουν την επίδοση των πόλεων. Και όπως αναφέρει ο Delgado (2014) στα συμπεράσματά του, ο κατασκευαστικός κλάδος διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο για ένα πιο πράσινο και βιώσιμο μέλλον.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι στην Ελλάδα, ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 1/3 περίπου της παραγόμενης ενέργειας και το κτιριακό απόθεμα είναι από τα πιο ενεργειακά σπάταλα στην Ευρώπη, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκαλούνται από τον τομέα των κτιρίων αυξάνονται ετήσια με ρυθμό περί το 4% ενώ παράλληλα, η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων διογκώνεται συνεχώς (ΥΠΕΚΑ 2, 2018). Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί επίσης να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και το οικολογικό αποτύπωμα του, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην επίτευξη οικονομίας χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει αφενός την σπουδαιότητα του κτιριακού τομέα στο όλο ενεργειακό ισοζύγιο και αφετέρου το τεράστιο δυναμικό (περιθώριο) μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης τους και βελτίωσης των ενεργειακών τους επιδόσεων. Ο στόχος εξάλλου, όπως εκφράζεται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Οδηγία 2010/31/ΕΕ) είναι ότι, έως τις 31.12.2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΥΠΕΚΑ 2, 2018).

Όμως δεν μπορούμε να παραλείψουμε την ανάγκη για συνεχής βελτίωση του τρόπου ζωής μας, δηλαδή την ανάγκη για ευκολίες στην καθημερινότητα και στην εργασία, την συνεχή πρόοδο του σύγχρονου ανθρώπου, καθώς και την απαίτηση του για όλο και περισσότερο χρόνο διαβίωσης σε ιδανικές συνθήκες, σε συνθήκες ασφάλειας και υγιεινής κλπ, τα οποία οδηγούν σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, δηλαδή οι ενεργειακές ανάγκες των πόλεων - μεγαλουπόλεων αυξάνονται και έτσι μεγαλώνει και η απαίτηση για εξυπνότερη διαχείριση των πόρων και της ενέργειας. Μια έξυπνη και βιώσιμη πόλη λειτουργεί ακριβώς έτσι, έχοντας σκοπό τη δημιουργία του ιδανικότερου περιβάλλοντος για τον άνθρωπο.

Από τη στιγμή όμως, που η αποκέντρωση δεν συνιστά μια ρεαλιστικά εφαρμόσιμη λύση, οφείλουμε να αναλογιστούμε τις επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον και να βρούμε τρόπους μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και πόρων, εξοικονομώντας παράλληλα χρόνο και χρήμα.

Στην προσπάθεια να δοθούν λύσεις, αυτές θα πρέπει να συνδυαστούν μεταξύ τους, να αλληλεπιδρούν με την πόλη, να προσφέρουν στους κατοίκους διασυνδέσεις με την πόλη, να είναι επικεντρωμένες στο ολοκληρωμένο κτιριακό περιβάλλον, αλλά και να περιλαμβάνουν όλα τα πεδία που επηρεάζουν τη διαβίωση.

## **6.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Η ανάγκη για την ύπαρξη ενός συστήματος συγκριτικής αξιολόγησης της συνολικής περιβαλλοντικής συμπεριφοράς ενός κτιρίου, καθώς και για την ύπαρξη ενός μηχανισμού αναγνώρισης και επικύρωσης των περιβαλλοντικά άριτων πρωτοβουλιών στον κτιριακό τομέα, έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια στη δημιουργία συστημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης.

Τα περισσότερα εμπεριέχουν έναν μηχανισμό επίσημης πιστοποίησης ο οποίος υιοθετείται στις περισσότερες περιπτώσεις εθελοντικά από τους κατασκευαστές, τους ιδιοκτήτες ή και τους χρήστες των κτιρίων. Η διεθνής κοινότητα προκειμένου να υπάρξει μια αποτίμηση των προσπαθειών δημιουργίας πράσινων και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, δημιούργησε κάποιους οργανισμούς αποτίμησης των προσπαθειών αυτών.

Σύμφωνα με τα Συμβούλια Πράσινων Κτιρίων (GreenBuildingCouncils – GBC's) σε διάφορα κράτη, τουλάχιστον 20 από αυτά σε σύνολο 84 έχουν αναπτύξει τις δικές τους μεθόδους – συστήματα αξιολόγησης – πιστοποίησης. Οι χώρες οι οποίες δεν έχουν αναπτύξει τα δικά τους συστήματα πιστοποίησης ή δεν έχουν ολοκληρώσει την διαδικασία αυτή, έχουν υιοθετήσει ένα ή και περισσότερα από τα υπάρχοντα συστήματα προσαρμόζοντας τα στα δεδομένα της χώρας. Πολλές από τις χώρες που έχουν αναπτύξει τα δικά τους συστήματα αειφορίας των κτιρίων, έχουν προχωρήσει λίγο παρακάτω από την αρχική ιδέα και έχουν δημιουργήσει και συστήματα πιστοποίησης συμβατών – πράσινων προϊόντων κατάλληλα για την κατασκευή των κτιρίων.

Τα πιο σημαντικά και γνωστά συστήματα πιστοποίησης κτιρίων είναι, το Βρετανικό BREEAM, το LEED των Ηνωμένων πολιτειών, το DGNB της Γερμανίας και το διεθνές περιβαλλοντικό κατασκευαστικό πρότυπο PassiveHaus.

### 6.2.1 BREEAM

Η μεθοδολογία περιβαλλοντικής πιστοποίησης κτιρίων BREEAM (Building Research Establishment Assessment Method) δημιουργήθηκε το 1990 από το Building Research Establishment (BRE), το μεγαλύτερο οργανισμό έρευνας στον κτιριακό τομέα στη μεγάλη Βρετανία. Η μέθοδος αρχικά αφορούσε μόνο σε κτίρια γραφείων, αλλά πλέον έχει εξελιχθεί και διαφοροποιηθεί, ώστε να μπορεί να καλύπτει ένα ευρύ φάσμα κτιριακής τυπολογίας. Έχει αξιολογήσει και πιστοποιήσει μέχρι σήμερα 250.000 κτίρια και έχουν καταχωρηθεί προς πιστοποίηση 1.000.000.



Τα τελευταία χρόνια και ως απάντηση στην αυξημένη ζήτηση της μεθόδου έχει αναπτυχθεί το BREEAM International το οποίο αποτελεί την κύρια μέθοδο πιστοποίησης για κατασκευές εκτός Μεγάλης Βρετανίας. Σε γενικές γραμμές κατά την εφαρμογή της λαμβάνει υπόψη τοπικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, ομογενείς κλιματικές περιοχές και το πιο σημαντικό από όλα, επιτρέπει την χρήση αναγνωρισμένης Εθνικής νομοθεσίας, στάνταρ και μεθοδολογιών της χώρας που γίνεται η αξιολόγηση ενός κτιρίου (π.χ. για την Ελλάδα το Κ.Εν.Α.Κ.). Η προσέγγιση αυτή είναι πρότυπη και κάτι που δεν προσφέρεται από άλλες μεθόδους αξιολόγησης

και πιστοποίησης κτιρίων. Το επικαιροποιημένο πρότυπο BREEAM International New Construction 2013 αφορά όλα τα κτίρια (συμπεριλαμβανομένων και των κατοικιών) και εφαρμόζεται σε όλες τις χώρες του κόσμου. (<https://www.breeam.com/>)

Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος σε άλλες χώρες. Ο πρώτος τρόπος είναι να υιοθετηθεί το BREEAM ως επίσημη μέθοδος αξιολόγησης κτιρίων από κάποια χώρα σε εθνικό επίπεδο. Ο δεύτερος τρόπος είναι να εφαρμοστεί η μέθοδος σε συνεργασία απευθείας με το BRE για κάποιο συγκεκριμένο κτίριο. Η διαδικασία αυτή έχει σχετικά υψηλό κόστος αφού θα πρέπει να επιβαρυνθεί ο ιδιοκτήτης ή ο κατασκευαστής ολόκληρο το κόστος για να προσαρμοστεί η μέθοδος στις εθνικές συνθήκες και να μεταφραστεί.

Η μεθοδολογία BREEAM περιλαμβάνει μια σειρά από κριτήρια αξιολόγησης τα οποία υπάγονται σε δέκα βασικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, για την κάθε μία από τις οποίες υπάρχει ένας προκαθορισμένος βαθμός βαρύτητας. Το κάθε ένα από αυτά τα κριτήρια φέρει και κάποια βαθμολογία. Εάν το κτίριο συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις ενός κριτηρίου, τότε η βαθμολογία προστίθεται στην τελική του επίδοση, η οποία είναι ένα ποσοστό επί της εκατό. Αυτή η τελική βαθμολογία μεταφράζεται σε πέντε ζώνες επίδοσης. Όλα τα Βρετανικά κτίρια, που χρηματοδοτούνται από το κράτος, πρέπει να έχουν βαθμό Very Good, και ορισμένες τοπικές αρχές απαιτούν βαθμολόγηση από το BREEAM για να εκδώσουν πολεοδομική άδεια. Η μέθοδος περιλαμβάνει ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια, ενώ στην τελευταία έκδοσή της συγκαταλέγονται και υποχρεωτικά κριτήρια, δηλαδή κριτήρια που πρέπει να ισχύουν προκειμένου ένα κτίριο να μπορεί να πιστοποιηθεί.

Στην περίπτωση του BREEAM, η διαδικασία πιστοποίησης προϋποθέτει την ύπαρξη ενός διαπιστευμένου βαθμολογητή (BREEAM assessor). Οι βαθμολογητές εκπαιδεύονται από το BRE, και ο ρόλος τους είναι να βοηθήσουν τις κατασκευαστικές και σχεδιαστικές ομάδες στην εφαρμογή και κατανόηση των κριτηρίων και στη συγκέντρωση όλων των απαραίτητων στοιχείων προκειμένου να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση ενός κτιρίου. Αφού έχουν γίνει όλες οι παραπάνω διαδικασίες ο βαθμολογητής παραδίδει την αναφορά του για το υπό εξέταση κτίριο μαζί με την πρόταση του για την τελική επίδοση του. Εφόσον η αναφορά του για το υπό εξέταση κτίριο περάσει τις διαδικασίες ελέγχου του BRE, τότε εκδίδεται και το ανάλογο πιστοποιητικό. (Κοσμόπουλος, Περιβολάρης, 2017)

### 6.2.2 LEED

Μία διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδος περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων είναι το LEED (Leadership in Energy and Enviromental Design). Η μέθοδος χρησιμοποιείται εθελοντικά εκτός από τις περιπτώσεις κτιρίων των Η.Π.Α. για τα οποία η πιστοποίηση LEED είναι πλέον υποχρεωτική σε πολλές πολιτείες. Η μέθοδος χρησιμοποιείται διεθνώς και σε κάθε είδος κτιρίου, όμως σε αντίθεση με την BREEAM, της οποίας τα κριτήρια προσαρμόζονται στις τοπικές συνθήκες της εκάστοτε χώρας, το LEED εφαρμόζει την ίδια κατάσταση κριτηρίων ανεξαρτήτου γεωγραφικής περιοχής.



Το LEED είναι ένα συστηματικό εργαλείο μέτρησης και βαθμονόμησης ολοκληρωμένου σχεδιασμού κτιρίων αναγνωρίζει και ανταμείβει επιλογές, που βελτιώνουν την περιβαλλοντική απόδοση κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί μία μέθοδο σύγκρισης κτιρίων διαφορετικού τύπου χρήσεων ή θέσεων. Το LEED εστιάζει στη διαχείριση και αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός κτιρίου. Το LEED είναι ένα εργαλείο κατάλληλο για ιδιοκτήτες, κατασκευαστές και μελετητές όλων των ειδικοτήτων. (<https://new.usgbc.org/leed>)

Το LEED εξετάζει τα κριτήρια που αναπτύσσονται κατά την υλοποίηση του έργου και κατατάσσονται σε κατηγορίες:

- Βιωσιμότητα και Τοποθεσία – Αειφόρος Χωροθέτηση (Sustainable Sites (SS))
- Ορθολογική Χρήση Νερού (Water Efficiency (WE))
- Ενέργεια και Ατμόσφαιρα (Energy and Atmosphere (EA))
- Υλικά και φυσικοί Πόροι (Materials and Resources (MR))
- Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος (Indoor Enviromental Quality (IEQ))
- Καινοτομία στο Σχεδιασμό (Innovation in Design (ID))

- Περιφερειακή Προτεραιότητα (Regional Priority (PR))

Η μεθοδολογία LEED περιέχει σημεία επιβράβευσης “credits” τα οποία μπορεί να κερδίσει ένα κτιριακό έργο. Το σύστημα LEED περιλαμβάνει υποχρεωτικές δράσεις ώστε να βαθμολογηθεί και να αξιολογηθεί με βαθμολογία κατά LEED. Επίσης υπάρχουν δράσεις επιλογής, που επαυξάνονται τα “credits”.

Συνολικά υπάρχουν 69 πιθανά “credits” τα οποία μπορεί να κερδίσει ένα κτιριακό έργο. Για να λάβει ένα κτίριο τίτλο βράβευσης από το USGBC πρέπει να λάβει 29 “credits”.

Με βάση την κλίμακα βαθμολόγησης του LEED τα έργα κατατάσσονται σε 4 κατηγορίες:

Βασικό Επίπεδο Πιστοποίησης (Certified)	26-32 credits
Ασημένιο Επίπεδο Πιστοποίησης (Silver)	33-38 credits
Χρυσό Επίπεδο Πιστοποίησης (Gold)	39-51 credits
Πλατινένιο Επίπεδο Πιστοποίησης (Platinum)	52-65 credits

**Εικόνα 6.3.2 1: Σήματα κατηγοριών πιστοποίησης με την μέθοδο LEED**



**Πηγή:** <https://dreamcollaborative.com/>

Τα οφέλη από μια πιστοποίηση LEED είναι αρκετά, εκτός από όσα αναφέρονται, ένα κτίριο έχει ακόμη

- Αναγνωρισιμότητα

- Ένα μέτρο σύγκρισης της περιβαλλοντικής του επίδοσης
- Υψηλής ποιότητας εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους
- Αύξηση παραγωγικότητας των χρηστών
- Ενίσχυση της αγοραστικής αξίας
- Μείωση των λειτουργικών εξόδων κ.α.

Το κόστος για την αξιολόγηση – πιστοποίηση ενός κτιρίου LEED κυμαίνεται από 1.800,00€ έως 21.600,00€ ανάλογα πάντα με τα μεγέθη και το είδος των κτιρίων. (*LEED Overview, 2014*)

### 6.2.3 PASSIVHAUS

Το PassivHaus είναι ένα εθελοντικό πρότυπο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων το οποίο προσφέρει ταυτόχρονα υψηλή ενεργειακή απόδοση, άνεση, οικονομία και είναι φιλικό προς το περιβάλλον.



Ανεξάρτητα από το κλίμα ή την περιοχή, τα Παθητικά Κτίρια διατηρούν όλο το χρόνο μια άνετη και ευχάριστη θερμοκρασία με ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις. Τα κτίρια θερμαίνονται παθητικά, δηλαδή κάνουν αποτελεσματική χρήση του ήλιου, των εσωτερικών πηγών θερμότητας και της ανάκτησης θερμότητας, με αποτέλεσμα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης να μην είναι απαραίτητα ακόμη και τις πιο κρύες ημέρες του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το Παθητικό Κτίριο χρησιμοποιεί παθητικές τεχνικές ψύξης, όπως είναι ο σωστός σχεδιασμός σκίασης και νυχτερινού φυσικού αερισμού, προκειμένου να διατηρείται δροσερό. Σε κάθε περίπτωση, τα εξαιρετικής ποιότητας και τεχνολογίας υλικά και ο προσεκτικός σχεδιασμός εγγυώνται ότι οι θερμοκρασίες παραμένουν όλο το χρόνο, σε σταθερά και ευχάριστα για τους ενοίκους / χρήστες επίπεδα.



Ένα Παθητικό Κτίριο χρησιμοποιεί έως και 90% λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη από τα συμβατικά κτίρια της Κεντρικής Ευρώπης. Το πρότυπο PassivHaus έχει χρησιμοποιηθεί σε πάνω από 20.000 κτίρια στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη και στην Αμερική τα τελευταία 20 χρόνια, τόσο σε νέες κατοικίες όσο και σε ανακαινίσεις υφιστάμενων κτιρίων, τα πρώτα παθητικά σπίτια στην Ελλάδα έκαναν την εμφάνισή τους το 2012. (<https://passivehouse.com/>)

Όπως έχει αποδειχθεί από τον τρόπο λειτουργίας των κτιρίων (δηλαδή τον μόνο τρόπο καθορισμού του πραγματικού κόστους ενός κτιρίου), η λειτουργία των Παθητικών Κτιρίων έχει μειωμένες απαιτήσεις εξόδων, ενώ παράλληλα το κόστος κατασκευής τους είναι εκπληκτικά προσιτό.

Το Παθητικό Κτίριο λειτουργεί σαν ένα θερμός, που διατηρεί παθητικά το περιεχόμενό του στη σωστή θερμοκρασία, χωρίς τη χρήση ενεργητικής ψύξης ή θέρμανσης. Όλο αυτό μπορεί να αναλυθεί σε 5 βασικές αρχές:

**1. Μόνωση:** Ένα σωστά μονωμένο κτιριακό κέλυφος, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, διατηρεί τη ζέστη μέσα στο κτίριο, ενώ το καλοκαίρι την εμποδίζει να εισέλθει μέσα σε αυτό.

**2. Παράθυρα:** Τα σωστά σχεδιασμένα, μονωμένα και τοποθετημένα κουφώματα συμμετέχουν στη βέλτιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών.

**3. Αερισμός με Ανάκτηση Ενέργειας:** Τα συστήματα αερισμού των Παθητικών Κτιρίων παρέχουν καθαρό αέρα, απαλλαγμένο από γύρη και σκόνη, με μέγιστη ενεργειακή απόδοση μέσω της ανάκτησης θερμότητας και με έλεγχο της υγρασίας.

**4. Αεροστεγανότητα:** Τα Παθητικά κτίρια είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να αποφεύγονται οι διαρροές αέρα στο κτιριακό κέλυφος με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ενεργειακή απόδοση και να εμποδίζεται η εμφάνιση ρευμάτων αέρα και φθορών από την υγρασία.

**5. Θερμογέφυρες:** Η ελαχιστοποίηση θερμογεφυρών και ασθενών σημείων στο κτιριακό κέλυφος, συνεισφέρει στη δημιουργία ευχάριστης και σταθερής θερμοκρασίας, ενώ εξαλείφει τις φθορές από την υγρασία, ενώ αυξάνει την ενεργειακή απόδοση.

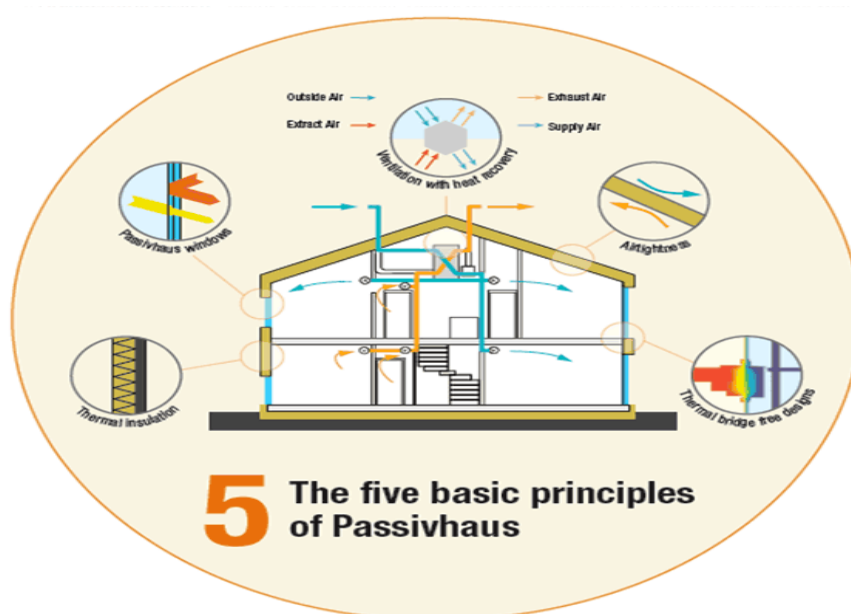
Το πρότυπο Παθητικού Κτιρίου είναι ένα καθαρά υπολογιστικό πρότυπο που βασίζεται αποκλειστικά στις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, αρχών της φυσικής και την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου και ως εκ τούτου δεν έχει

συγκεκριμένες μεθόδους κατασκευής. Λόγω αυτού, το κάθε κτίριο μπορεί και πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα, στο κλίμα της περιοχής.

Από τη σύμμεικτη κατασκευή μέχρι την βαριά προκατασκευή, οι αρχιτέκτονες, ακολουθώντας βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, είναι ελεύθεροι να δημιουργήσουν ό,τι είδους Παθητικό Κτίριο επιθυμούν. Το πρότυπο χρησιμοποιείται όλο και πιο συχνά και σε άλλα κτίρια όπως σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες, εργοστάσια και ξενοδοχεία. Εξίσου σημαντική είναι η εφαρμογή του προτύπου σε ανακαινίσεις υφιστάμενων κτιρίων με τη πιστοποιημένη μεθοδολογία EnerPHit.

Στην καλύτερη απόδοση των παθητικών κτιρίων στα μεσογειακά κλίματα συντελούν, πέρα από τις 5 βασικές αρχές, η σκίαση, ο προσανατολισμός, ο νυχτερινός φυσικός αερισμός, ελαφρά γεωθερμία αέρα και ο σωστός σχεδιασμός της θερμικής μάζας. Οι ενεργειακές ανάγκες μπορούν να καλυφθούν επιπλέον με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όλα αυτά τα στοιχεία επιφέρουν σημαντική μείωση του λειτουργικού και κατασκευαστικού κόστους του κτιρίου.

**Εικόνα 6.3.3 1: Οι 5 βασικές αρχές των Παθητικών Κτιρίων**



**Πηγή:** [www.eipak.org](http://www.eipak.org)

Ακόμη κι αν ένα Παθητικό Κτίριο κοστίζει κατά μέσο όρο περισσότερο από ό,τι μια συμβατική κατασκευή, αυτό αλλάζει τα τελευταία χρόνια καθώς τα υλικά κατασκευής που συνήθως χρησιμοποιούνται πωλούνται πια σε όλες τις χώρες. Ο αυξανόμενος αριθμός επαγγελματιών με εμπειρία στο Παθητικό Κτίριο, οι οποίοι

πλέον μπορούν να πιστοποιούνται ως Σχεδιαστές ή Κατασκευαστές Παθητικών Κτιρίων, βοηθά στην επίτευξη ακόμη μεγαλύτερης οικονομίας, καθώς ειδικοί του χώρου υπάρχουν σε πολλές χώρες. Η δε δημόσια ή ιδιωτική χρηματοδότηση που προωθείται προς όσους κατασκευάζουν «πράσινα κτίρια» όπως τα Παθητικά Κτίρια, μειώνει ακόμη περισσότερο το κόστος κατασκευής ενός Παθητικού Κτιρίου. Ακόμη και χωρίς τέτοιου είδους κίνητρα, τα Παθητικά Κτίρια είναι πιο οικονομικά σε βάθος χρόνου, σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια. (*Active for more comfort: Passive House, Information for property developers, contractors and clients, 2014*)

#### 6.2.4 DGNB

Ο οργανισμός DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – German Sustainable Building Council – Γερμανική Εταιρεία για Βιώσιμη Δόμηση) ιδρύθηκε 25 Ιουνίου 2007 με έδρα την Στουτγάρδη. Είναι ένας μη κερδοσκοπικός και μη κυβερνητικός οργανισμός και η αποστολή του είναι να αναπτύξει λύσεις για τον αειφόρο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διαχείριση των κτιρίων.



Στόχος του είναι η ανάπτυξη και επέκταση ενός συστήματος πιστοποίησης για βιώσιμα κτίρια καθώς και η απονομή μιας ποιοτικής σφραγίδας βιώσιμου κτιρίου.

Η DGNB είναι ο ηγέτης της αγοράς στη Γερμανία και τα μέλη της είναι κυρίως αρχιτέκτονες, μηχανικοί, κατασκευαστικές εταιρείες και εργολάβοι οικοδομών, κατασκευαστές προϊόντων δομικών κατασκευών, επενδυτές, κατασκευαστές, ιδιοκτήτες, διαχειριστές έργων, μέλη του δημόσιου τομέα και εκπρόσωποι ΜΚΟ από τα ινστιτούτα επιστήμης.

Το σύστημα πιστοποίησης αναπτύσσεται συνεχώς για διαφορετικές χρήσεις και παραλλαγές. Από τον Φεβρουάριο του 2016 τα πιστοποιητικά είναι διαθέσιμα για:

- Υφιστάμενα κτίρια κυρίως κτίρια γραφείων και διοίκησης
- Νέα κτίρια όπως νέες βιομηχανίες, ξενοδοχεία, εκπαιδευτικά και οικιστικά κτίρια, εμπορικά και δημόσια κτίρια, χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, μικρά οικιστικά κτίρια, χώρους συνάντησης και κτίρια μικτής χρήσης.
- Κτίριο σε λειτουργία όπως κτίρια γραφείων και εμπορικά
- Καταλύματα όπως αστικές περιοχές, βιομηχανικές περιοχές, εμπορικά καταστήματα

Πριν δημιουργηθεί ένα νέο προφίλ χρήσης, περνάει από διάφορα στάδια ανάπτυξης. Πρώτα απ' όλα, η βάση για ένα πιθανό νέο προφίλ χρήσης δημιουργείται στις προπαρασκευαστικές ομάδες εάν εντοπιστεί κάποια ανάγκη στην αγορά. Οι αρμόδιες επιτροπές DGNB εξετάζουν αυτά τα βασικά στοιχεία. Μόλις ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για ένα νέο προφίλ χρήσης, αρχίζει η πραγματική ανάπτυξη. Στις ομάδες εργασίας, οι οποίες αποτελούνται από περίπου 20 επίτιμα μέλη, εξετάζουν ποια κριτήρια μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. (<https://www.dgnb.de/en/index.php>)

Η ιδιαίτερα αναλυτική μεθοδολογία που εφαρμόζεται από τη DGNB στηρίζει και αξιοποιεί την ολιστική προσέγγιση του κτιριοδομικού σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους της θεώρησης του κύκλου ζωής των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών. Η διαφανής διαδικασία που ακολουθείται προσφέρει την δυνατότητα εξαγωγής αξιόπιστων συμπερασμάτων από τις πρώτες φάσεις του σχεδιασμού, διευκολύνοντας τις τροποποιήσεις και τις διορθώσεις που κρίνονται απαραίτητες για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί για το κτίριο.

Τα κριτήρια εντάσσονται σε 5 βασικές θεματικές ενότητες οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός βιώσιμου κτιρίου:

- Οικολογική Ποιότητα 22,25%
- Οικονομική Ποιότητα 22,25%
- Κοινωνικοπολιτισμική ποιότητα 22,25%
- Τεχνική Ποιότητα 22,25%
- Ποιότητα διαδικασιών 11,00%

Μία 6<sup>η</sup> θεματική ενότητα, η ποιότητα της τοποθεσίας του έργου, βαθμολογείται ξεχωριστά από τις υπόλοιπες, ώστε το κάθε κριτήριο να αξιολογείται ξεχωριστά από τον χώρο που εντάσσεται. Όσο νωρίτερα αυτά τα κριτήρια

λαμβάνονται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού, τόσο πιο σταθερά μπορεί να επηρεαστεί η ποιότητα ενός κτιρίου που πρόκειται να επιτευχθεί.

Η μέθοδος αξιολόγησης και πιστοποίησης του οργανισμού DGNB έχοντας υποστήριξη των εκπροσώπων του ερευνητικού κόσμου, των μελετητών, των κατασκευαστών, των εταιρειών παραγωγής οικοδομικών υλικών και κρατικών φορέων του γερμανικού κράτους, διανύει τον ήδη τον δέκατο χρόνο της εφαρμογής.

Το πιστοποιητικό DGNB μπορεί να προσαρμοστεί στις μεταβαλλόμενες τεχνικές και κοινωνικές εξελίξεις. Περιλαμβάνει επίσης διαφορές ανά χώρα όπως οι κλιματικές συνθήκες ή οι νομικές και διαρθρωτικές απαιτήσεις κατά την αξιολόγηση.

Το κόστος για την διενέργεια μιας αξιολόγησης – πιστοποίησης, με την μεθοδολογία DGNB, κυμαίνεται, κατά μέσο όρο, από 1,600,00€ έως 20,000,00€, ανάλογα με το μέγεθος και το είδος του κτιρίου.

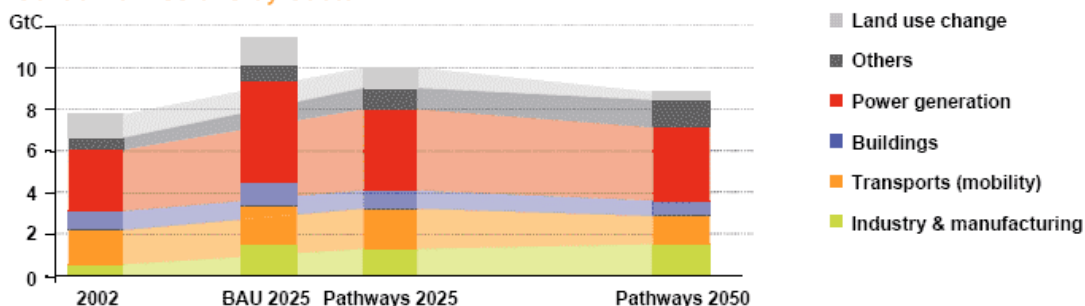
#### **6.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ**

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα αποτελείται κατά 75,00% από κτίρια οικιακού τομέα ενώ το 25,00% αποτελείται από κτίρια του τριτογενή τομέα (αθλητικές εγκαταστάσεις, ξενοδοχεία, αεροδρόμια, σχολεία, νοσοκομεία κ.α.). Όπως είναι φανερό το μεγαλύτερο ποσοστό αριθμού κτιρίων αλλά και επιφάνειας κτιρίων, ανήκει στις κατοικίες. Για το λόγο αυτό οι κατοικίες συμμετέχουν δυναμικά στο ενεργειακό πρόβλημα της χώρας.

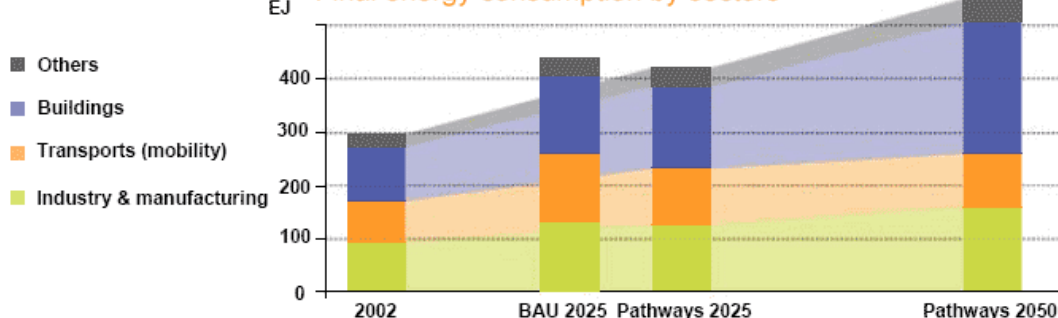
Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δις Ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση, η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνά τα 17 εκ. βαρέλια πετρελαίου, ποσότητα περίπου ίση με την συνολική παραγωγή των χωρών του ΟΠΕΚ.

## MEGATRENDS to 2050

### Carbon emissions by sector



### Final energy consumption by sectors



*Πηγή:* World Business Council for Sustainable Development

Υπάρχουν δύο σημαντικές στρατηγικές για την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο:

A. Σε ψυχρό καιρό να μεγιστοποιούνται τα κέρδη θερμότητας και να εξασφαλίζεται η καλή διανομή τους και κατάλληλη αποθήκευση τους

B. Σε θερμό καιρό να ελαχιστοποιούνται τα κέρδη θερμότητας, να αποφεύγεται η υπερθέρμανση και να βελτιστοποιείται ο αερισμός με ψυχρό αέρα.

Ένα κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας είναι το κτίριο που έχει πολύ υψηλή ενεργειακή συμπεριφορά και η σχεδόν μηδενική ή πολύ μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται, πρέπει να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από Α.Π.Ε. που παράγονται επί τόπου ή κοντά στον χώρο που βρίσκεται το κτίριο.

Η ποσότητα που πρέπει να εισέρχεται στο κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας πρέπει να παράγεται και αυτή από σταθμούς της γύρω περιοχής που βρίσκεται το κτίριο και να είναι από Α.Π.Ε.

## 7.ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΛΑΡΙΣΑΣ

Με την απόφαση ένταξης της πράξης «Εξοικονόμηση Ενέργειας Λαρισαίων» (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ), από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής εγκρίθηκαν οι ανάλογες παρεμβάσεις σε Δημόσια υφιστάμενα κτίρια του Δήμου Λάρισας

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα περιλαμβάνει πέρα από την αναβάθμιση κτιριακών κελυφών, και Η/Μ εγκαταστάσεων κτιρίων του Δήμου και άλλους άξονες συγκεκριμένα στον Άξονα (Άξονα 1) του προγράμματος επιλέχθηκαν, το δημαρχείο, το δημοτικό ωδείο, ένας παιδικός σταθμός και δυο σχολικά κτίρια, βελτιώνεται η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων με επεμβάσεις στο κέλυφος, επιτυγχάνονται καλύτερες συνθήκες διαβίωσης στους εσωτερικούς χώρους, καθώς επίσης και σημαντική μείωση των ετησίων καταναλώσεων σε ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ταυτόχρονη μείωση και των εκπομπών CO<sup>2</sup>.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7:**Στοχευόμενες δράσεις/ενέργειες στο Δήμο Λαρισαίων

ΑΞΟΝΕΣ	ΔΡΑΣΕΙΣ / ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΟΦΕΛΟΥΣ(Εξοικ. Ενέργειας/καυσίμου, μείωση CO <sub>2</sub> , βελτίωση μικροκλίματος, άλλο)	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	
			ΠΟΣΑΣΕ ΕΥΡΩ	%
<b>ΑΞΟΝΑΣ 1: ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ</b>	1.1 Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους	Εξοικονόμηση Ενέργειας Μείωση CO <sub>2</sub> Βελτίωση θερμικής άνεσης	1.200.000	42,8
	1.2 Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων			
	1.3 Αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού			

<b>ΑΞΟΝΑΣ 2: ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ</b>	2.1 Έργα Εξοικονόμησης και διαχείρισης ενέργειας στο δημοτικό φωτισμό	Εξοικονόμηση ενέργειας Εξοικονόμηση καυσίμου Μείωση CO <sub>2</sub> Βελτίωση μικροκλίματος	700.000	25
	2.2 Έργα βελτίωσης του μικροκλίματος σε κοινόχρηστους χώρους			
<b>ΑΞΟΝΑΣ 3: ΠΙΛΟΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ</b>	3.1 Επεμβάσεις σε οχήματα δημοτικών στόλων	Εξοικονόμηση ενέργειας Εξοικονόμηση καυσίμου Μείωση CO <sub>2</sub> Βελτίωση μικροκλίματος	450.000	16.2
	3.2 Μελέτες αστικής κινητικότητας			
	3.3 Συγκοινωνιακό δίκτυο			
<b>ΑΞΟΝΑΣ 4: ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΛΟΙΠΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΣΤΙΚΕΣ (ΔΗΜΟΤΙΚΕΣ) ΥΠΟΔΟΜΕΣ</b>	4.1 Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης λοιπών εγκαταστάσεων	Εξοικονόμηση ενέργειας Μείωση CO <sub>2</sub>	300.000σε συνεργασία με τη ΔΕΥΑΛ	10,8
<b>ΑΞΟΝΑΣ 5: ΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ, ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΤΗΤΑΣ-</b>	5.1 Δικτύωση και ενημέρωση ενεργειακού υπεύθυνου και υπαλλήλων του Δήμου	Ευαισθητοποίηση πολιτών σε θέματα Εξ. Ε, ιδιαίτερα των νέων, με στόχο την αλλαγή της ενεργειακής τους συμπεριφοράς	150.000	5,2



<b>ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ</b>	5.2 Δράσεις αλλαγής της ενεργειακής συμπεριφοράς και ευαισθητοποίησης της τοπικής κοινωνίας		
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΩΦΕΛΕΙΩΝ-ΚΟΣΤΟΣ ΔΡΑΣΕΩΝ-ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΟΣΔ</b>		2.800.000	100%
<b>ΠΗΓΗ: Δήμος Λαρισαίων</b>			

## 7.1 ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Το Δημαρχείο του Δήμου Λαρισαίων βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και είναι συνολικής επιφάνειας ~3200m<sup>2</sup>, κτίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 Αρχικά ήταν τριώροφο κτίριο, Το 2002 γίνεται προσθήκη ενός ακόμα ορόφου (4<sup>ου</sup>) για να καλυφθούν οι ανάγκες στέγασης της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δήμου.

### 7.1.1 ΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Τα υαλοστάσια του Δημαρχείου, σε όλους τους ορόφους, πλην του 4<sup>ου</sup>, είναι μονά σε πλαίσιο αλουμινίου, ενώ δεν τοποθετήθηκε θερμομόνωση στην τοιχοποιία. Ο 4<sup>ος</sup> όροφος έχει κτιστεί με μόνωση 5 cm στην τοιχοποιία του, ενώ τα ανοίγματα είναι διπλοί υαλοπίνακες (4εσ+8κενό+5εξ) σε κούφωμα από αλουμίνιο, χωρίς θερμοδιακοπή, τεχνολογίας 1997.

Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου είναι κλασσικό δισωλήνιο σύστημα, με τρεις λέβητες 200.000 kcal/h ο καθένας και καύσιμο Φ.Α., που προμηθεύεται ο Δήμος από την ΕΠΑ Θεσσαλίας, που λειτουργεί ικανοποιητικά. Δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού στους χώρους του Δημαρχείου. Οι ανάγκες για ψύξη καλύπτονται από αυτόνομες μονάδες κλιματισμού (splitunits) διαφορετικών ισχύων, ανάλογα με την καλυπτόμενη επιφάνεια και τα τοπικά φορτία.

Ο φωτισμός των χώρων γίνεται με φωτιστικά σώματα φθορισμού, 58W και 36W, όλα λειτουργούν με ηλεκτρομαγνητικού τύπου ballasts, ενώ ο ανακλαστήρας είναι παλαιός με εξαίρεση αυτά του 4<sup>ου</sup> ορόφου. Τα φωτιστικά λειτουργούν συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια του ωραρίου εργασίας, αφού δεν υπάρχει κανένα σύστημα

αυτοματισμού. Σχετικά με την εγκατεστημένη ισχύ του φωτισμού, αυτή υπολογίστηκε σε 30,22 kW<sub>e</sub> (πλήρες φορτίο) και δεν περιλαμβάνει τους υπόγειους χώρους του κτιρίου.

Οι κύριες όψεις του κτιρίου είναι επενδυμένες με λευκό μάρμαρο και μεγάλα ανοίγματα, βασικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά της περιόδου αυτής.

- Τοιχοποιία → Χωρίς θερμομόνωση
- Σύστημα θέρμανσης → Κλασικό δισωλήνιο
- Σύστημα ψύξης → Split units διαφορετικών ισχύων R22 ψυκτικό ρευστό
- Φωτισμός Ballasts → Ηλεκτρομαγνητικού τύπου
- Υαλοστάσια → Μονά

### 7.1.2 ΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΜΕΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που έγιναν στο Δημαρχείο Λάρισας ήταν οι εξής:

1. Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης 675m<sup>2</sup>, στην τοιχοποιία της Δ-ΝΔ πλευράς στον ακάλυπτο χώρο του κτιρίου με σιδερένια ικριώματα συμβατικού τύπου, νέες ποδιές στα παράθυρα οι οποίες θα καλύπτουν την εξωτερική θερμομόνωση καθώς και σύστημα θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων

2. Νέα κουφώματα του Ισογείου, 1<sup>ου</sup>, 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> ορόφου, με θερμοδιακοπή και με υαλοπίνακες διπλούς low-e {5εσ+16κενό+6εξ} για τα κουφώματα του 1<sup>ου</sup>, 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> ορόφου και υαλοπίνακες {4+4εσ+16κενό+6εξ} για όλα τα κουφώματα του ισογείου τα παράθυρα του 1<sup>ου</sup> ορόφου που βλέπουν στον ακάλυπτο, τα παράθυρα των κλιμακοστασίων όλων των ορόφων και της τζαμαρίας σε διάδρομο του 4<sup>ου</sup> ορόφου Στο κάτω μέρος παραθύρων της κύριας όψης του ισογείου, 1<sup>ου</sup> ορόφου και 2<sup>ου</sup> ορόφου, όπου υπάρχουν γυψοσανίδες χωρίς καμία εξωτερική μόνωση, αυτές αφαιρούνται και τοποθετούνται στη θέση τους πάνελς αλουμινίου με θερμομόνωση. Η ποσότητά των πάνελ είναι 65m<sup>2</sup>. Το σύνολο των ανοιγόμενων υαλόθυρων αλουμινίου που τοποθετούνται είναι 24m<sup>2</sup>, το σύνολο των ανοιγόμενων και ανακλινόμενων υαλοστασίων αλουμινίου είναι 790m<sup>2</sup> και τα πολλαπλά σταθερά υαλοστάσια αλουμινίου που αφορούν τις τζαμαρίες του ισογείου και του 4<sup>ου</sup> ορόφου είναι 100m<sup>2</sup>.

3. Εγκατάσταση 177m<sup>2</sup> φυτεμένου δώματος στο κτίριο για μείωση των φορτίων κλιματισμού σε τμήμα του δαπέδου του 3<sup>ου</sup> ορόφου

4. Εγκατάσταση θερμομόνωσης με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης σε περίπου 430m<sup>2</sup> δώματος του 4<sup>ου</sup> ορόφου. Στο τμήμα αυτό του δώματος δεν μπορεί να τοποθετηθεί φυτεμένο δώμα γιατί η οροφή δεν επιδέχεται πρόσθετο φορτίο, σύμφωνα με τεχνική έκθεση πολιτικού μηχανικού του Δήμου Λαρισαίων που επισυνάπτεται. Εφαρμογή εξωτερικού σκιασμού σε 170m<sup>2</sup> της ΒΑ και Α πλευράς στο 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> όροφο του κτιρίου

5. Αλλαγή όλων των κλιματιστικών μηχανημάτων (split units) παλαιάς τεχνολογίας του 4<sup>ου</sup> ορόφου που λειτουργούν με R22, ψυκτικό ρευστό, με τέσσερα (4) νέα κλιματιστικά με R410 A και inverters ψύξης – θέρμανσης διαιρούμενου τύπου (split) ενεργειακής κλάσης A απόδοσης σε ψύξη κατ'ελάχιστον 9.000 Kcal/h.

6. Αλλαγή όλων των κλιματιστικών μηχανημάτων (split units) παλαιάς τεχνολογίας του 4<sup>ου</sup> ορόφου που λειτουργούν με R22, ψυκτικό ρευστό, με επτά (7) νέα κλιματιστικά με R410 A και inverters ψύξης-θέρμανσης διαιρούμενου τύπου(split) ενεργειακής κλάσης A απόδοσης σε ψύξη κατ'ελάχιστον 18.000 Kcal/h.

7. Αντικατάσταση εκατό (100) τεμαχίων αναλογικών στραγγαλιστικών διατάξεων στα φωτιστικά σώματα που λειτουργούν στο κτίριο, με νέα ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης (electronic ballasts) για δύο λαμπτήρες συνολικά στο κτίριο του Δημαρχείου

8. Αντικατάσταση σαράντα έξι (46) τεμαχίων αναλογικών στραγγαλιστικών διατάξεων στα φωτιστικά σώματα που λειτουργούν στο κτίριο, με νέα ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης (electronic ballasts) για ένα λαμπτήρα συνολικά στο κτίριο του Δημαρχείου.

**Εικόνα 7.1.2 1:** Η κύρια όψη του Δημαρχείου είναι επενδυμένη με λευκό μάρμαρο. Τα μεγάλα ανοίγματα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο και μονούς υαλοπίνακες, (εκτός του 4ου ορόφου), αποτελούμενα από τμήματα σταθερά και συρόμενα.



**Εικόνα 7.1.2 2:** Στο ισόγειο του Δημαρχείου οι μεγάλες τζαμαρίες με το μονό υαλοστάσιο. Στο κάτω μέρος εκεί όπου δεν υπάρχουν υαλοπίνακες, τοποθετήθηκε στο εσωτερικό γυψοσανίδα, χωρίς να υπάρχει μόνωση.



## 7.2 ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Το Δημοτικό Ωδείο του Δήμου Λαρισαίων βρίσκεται στο κέντρο της πόλης, είναι πανταχόθεν ελεύθερο, συνολικής επιφάνειας ~2418m<sup>2</sup>, κτίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 50, και επεκτάθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 90.

### 7.2.1 ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Τα υαλοστάσια, σε όλους τους ορόφους του Δημοτικού Ωδείου, είναι διπλά σε πλαίσιο αλουμινίου, χωρίς θερμοδιακοπή, ενώ παράλληλα τοποθετήθηκε θερμομόνωση στην τοιχοποιία και την οροφή του κτιρίου. Υπάρχουν δύο αίθρια ένα που έχει σχεδιαστεί στην προσθήκη έχει διαστάσεις, 7X10m, με μονό υαλοστάσιο και κούφωμα αλουμίνιο και άλλο ένα αίθριο αλλά έχει κλειστεί με σκυρόδεμα και υαλότουβλα για φωτισμό στους διαδρόμους. Το αίθριο δημιουργεί σοβαρά ενεργειακά προβλήματα λόγω των φορτίων κλιματισμού αλλά και λόγω υδατοστεγάνωσης.

Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου είναι κλασσικό δισωλήνιο σύστημα, με τρεις λέβητες 200.000 kcal/h ο καθένας και καύσιμο Φ.Α., που προμηθεύεται ο Δήμος από την ΕΠΑ Θεσσαλίας, που λειτουργεί ικανοποιητικά. Οι ανάγκες του χώρου εκδηλώσεων και των διαδρόμων καλύπτεται με δυο μονάδες AHU με θερμικό στοιχείο. Λειτουργεί με μέτρια απόδοση. Δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού στους χώρους του Ωδείου. Οι ανάγκες για κλιματισμό στα γραφεία και στις τάξεις καλύπτονται από αυτόνομες μονάδες κλιματισμού (split units) διαφορετικών ισχύων, ανάλογα με την καλυπτόμενη επιφάνεια και τα τοπικά φορτία.

Στις αίθουσες διδασκαλίας του 1<sup>ου</sup> και στο 2<sup>ο</sup> όροφο είναι εγκατεστημένος φωτισμός με λαμπτήρες φθορισμού, 58W, 1,5m μήκος, Φ26, 4000 lumen, Daylight 735, χωρίς ανακλαστήρα ή κάλυμμα. Συνολικά είναι εγκατεστημένα 22 φωτιστικά σώματα. Στο χώρο του κυλικείου, στο ισόγειο, είναι εγκατεστημένοι 4 λαμπτήρες 36Wέκαστος. Στο Υπόγειο είναι εγκατεστημένοι 36 λαμπτήρες φθορισμού 36W έκαστος χωρίς ανακλαστήρα ή κάλυμμα. Συνολικά είναι εγκατεστημένοι 328 λαμπτήρες 18W, 207 λαμπτήρες 58W και 40 λαμπτήρες 36W, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 19,35kW. Όλοι οι λαμπτήρες είναι χωρίς στραγγαλιστικές διατάξεις (ballasts).

### 7.2.2 ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

1) Νέα κουφώματα αίθριου 70m<sup>2</sup> στην οροφή του κτιρίου, από αλουμίνιο με θερμοδιακοπή και υαλοπίνακες (3+φιλμ PVC ή μεμβράνη+3εσ. + 18κενό + 5 securit εξ.) υψηλής ανακλαστικότητας

2) Εγκατάσταση 665m<sup>2</sup> φυτεμένου δώματος στην οροφή του 2<sup>ου</sup> ορόφου, για μείωση των φορτίων κλιματισμού

3) Εγκατάσταση θερμομόνωσης με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης, σε περίπου 190m<sup>2</sup> του δώματος, στο τμήμα μεταξύ των δύο κλιμακοστασίων στο οποίο είναι εγκατεστημένες δεξαμενές.

Αλλαγή των κλιματιστικών μηχανημάτων (split units) του 2<sup>ου</sup> ορόφου που λειτουργούν με R22, ψυκτικό ρευστό, με νέα κλιματιστικά με R410 A και inverters με δύο νέα κλιματιστικά με R410 A και inverters ψύξης-θέρμανσης διαιρούμενου τύπου (split) ενεργειακής κλάσης A απόδοσης σε ψύξη κατ' ελάχιστον 9.000 Kcal/h

4) Αλλαγή των κλιματιστικών μηχανημάτων (Splitunits) του 2<sup>ου</sup> ορόφου που λειτουργούν με R22, ψυκτικό ρευστό, με νέα κλιματιστικά με R410 A και inverters με δέκα νέα κλιματιστικά με R410 A και inverters ψύξης-θέρμανσης διαιρούμενου τύπου (split) ενεργειακής κλάσης A απόδοσης σε ψύξη κατ' ελάχιστον 12.000 Kcal/h

5) Αλλαγή εκατό (100) τεμαχίων φωτιστικών σωμάτων, με νέα φθορισμού 2X14W λαμπτήρα T5 χαμηλής κατανάλωσης με υψηλής απόδοσης ανακλαστήρες, με ηλεκτρονικά ballasts.

6) Αντικατάσταση εκατό (100) τεμαχίων ηλεκτρονικών συστημάτων έναυσης (electronicballasts) για δύο λαμπτήρες συνολικά στο κτίριο του Ωδείου.

**Εικόνα 7.2.2 1: Τμήμα του αίθριου, ο αρμός διαστολής και ένα από τα δύο κλιμακοστάσια. Το δάπεδο είναι από μωσαϊκό**



### **7.3 11<sup>ος</sup> ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ «ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ»**

Ο 11<sup>ος</sup> παιδικός σταθμός του Δήμου Λαρισαίων με εμβαδόν 198,6 m<sup>2</sup> κτίστηκε το 1988, από δωρεά της τοπικής εφημερίδας «ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ» στους πολίτες της πόλης. Είναι ένα πανταχόθεν ελεύθερο μονώροφο κτίριο, που περιβάλλεται από χώρους πρασίνου (γκαζόν) και αραιής βλάστησης από δέντρα

#### **7.3.1 Ο ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

Η φέρουσα κατασκευή του Παιδικού Σταθμού είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι τοίχοι από οπτοπλινθοδομές. Το κτίριο κατασκευάστηκε χωρίς θερμομόνωση στους τοίχους και στην οροφή του, με αποτέλεσμα υψηλές θερμικές απώλειες.

Τα κουφώματα είναι μεταλλικά και ξύλινα με μονά υαλοστάσια χωρίς αεροστεγανότητα και δημιουργούν προβλήματα στη θερμική άνεση των παιδιών στο εσωτερικό του παιδικού σταθμού.

Υπάρχει εγκατεστημένο δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης με χαλύβδινα σώματα, γενικά σε καλή κατάσταση. Οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου καλύπτονται από λέβητα 45000 kcal/hr, με μονωμένους χαλύβδινους σωλήνες προσαγωγής/επιστροφής ZNX στα χαλύβδινα σώματα, όπου μερικά από αυτά έχουν

προβλήματα διαρροών, λόγω πολύχρονης χρήσης και μη συντήρησής τους. Καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι το φυσικό αέριο.

Ο φωτισμός των χώρων του παιδικού σταθμού γίνεται με 35 φωτιστικά σώματα παλαιάς τεχνολογίας, χωρίς κάλυμμα, με 2 λαμπτήρες φθορισμού, 36W ο καθένας και χωρίς στραγγαλιστικές διατάξεις (ballast) και είναι ελλιπής ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

### **7.3.2 Ο ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

Οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που έγιναν στον παιδικό σταθμό ήταν οι εξής:

1) Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης 6 cm στην εξωτερική τοιχοποιία του παιδικού Συνολικά θερμομονώνονται 295m<sup>2</sup> τοίχων.

2) αντικατάσταση όλων των παλαιών ανοιγμάτων με νέα κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή και υαλοπίνακες low-e (4/4εσ+16κενό+6εξ). Το σύνολο των υαλόθυρων αλουμινίου που τοποθετούνται είναι 11m<sup>2</sup> και των ανοιγόμενων και ανακλινόμενων υαλοστασίων 57m<sup>2</sup>.

3) Μόνωση του δώματος, και αποκατάσταση των κεραμιδιών στα σημεία των κεραμοσκεπών τμημάτων του δώματος λόγω της υπερύψωσης της τελικής στάθμης του φυτεμένου δώματος Εφαρμογή φυτεμένου δώματος χαμηλής βλάστησης στις επιφάνειες του δώματος, υπερυψώνονται τα στηθαία του δώματος τα οποία είναι χαμηλά (23,50mm) και καλύπτονται με μάρμαρο

4) Είκοσι οκτώ (28) νέα φωτιστικά σώματα οροφής με υψηλής απόδοσης ανακλαστήρες και ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης (electronicballasts) με λαμπτήρες τύπου T5 φθορισμού 2X14W.



**Εικόνα 7.3.2 1:** Στην κύρια όψη του Παιδικού Σταθμού διακρίνουμε τα μεταλλικά και ξύλινα κουφώματα με τα μονά υαλοστάσια.



#### **7.4 4<sup>ο</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ «ΚΟΥΤΣΙΝΕΙΟ»**

Το κτίριο που στεγάζει το 4<sup>ο</sup> Γυμνάσιο έχει σήμερα συνολική έκταση 2497 m<sup>2</sup>. Ιδρύθηκε η πρώτη πτέρυγα το 1934 με 12 αίθουσες και το 1974 κτίστηκε η δεύτερη πτέρυγα, 9 αιθουσών, ανεξάρτητη από την πρώτη. Τέλος το 1994 κτίστηκε κτίριο – συνδετήριο των δύο πτερύγων όπου εγκαταστάθηκαν τα γραφεία και το κυλικείο. Η επόμενη σοβαρή ενεργειακή παρέμβαση στο κτίριο, 2004, αφορούσε την αλλαγή στη νότια όψη του κτιρίου, των κουφωμάτων και των μονών υαλοπινάκων με διπλούς υαλοπίνακες σε κουφώματα αλουμινίου, αλλά χωρίς θερμοδιακοπή. Πρέπει να σημειωθεί ότι στη νότια πλευρά βρίσκονται οι τάξεις, ενώ στη Βορινή πλευρά είναι οι διάδρομοι

##### **7.4.1 ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

Η τοιχοποιία του είναι χωρίς θερμομόνωση. Υπάρχει εγκατεστημένο κεντρικό δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης με χαλύβδινα σώματα.

Οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου καλύπτονται από δυο λέβητες 420000 kcal/hr για την παλαιά πτέρυγα και 200000 kcal/hr για τη νέα πτέρυγα, με μονωμένους χαλύβδινους σωλήνες προσαγωγής/επιστροφής ZNX στα χαλύβδινα σώματα. Καύσιμο είναι το φυσικό αέριο. Η ετήσια κατανάλωση Φ.Α. για τη θέρμανση είναι 13753 Nm<sup>3</sup> συνολικά και για τους δυο λέβητες για το 2008. Στο κτίριο δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα κλιματισμού.

Η ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση ανέρχεται σε 7682 kWh<sub>e</sub>, κύρια για φωτισμό. Ο φωτισμός στο Γυμνάσιο καλύπτεται από φωτιστικά σώματα με 2 λαμπτήρες

φθορισμού των 58W χωρίς κάλυμμα και χωρίς στραγγαλιστικές διατάξεις (ballast). Πολλοί λαμπτήρες δεν βρίσκονται στη θέση τους ή δεν λειτουργούν. Στους κοινόχρηστους χώρους υπάρχουν λαμπτήρες πυράκτωσης 100W. Τα περισσότερα από τα φωτιστικά αποδίδουν χαμηλής ποιότητας φωτισμό.

#### 7.4.2 ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

1) Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης σε όλη την εξωτερική τοιχοποιία του παλαιού σχολείου με σιδηρά ικριώματα συμβατικού τύπου Το σύνολο της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι  $1.188\text{m}^2$

2) Εφαρμογή θερμομόνωσης από πλάκες πετροβάμβακα, στην οροφή του κτιρίου κάτω από την κεραμοσκεπή σε σύνολο  $1.064\text{m}^2$ . Επάνω από τις πλάκες πετροβάμβακα τοποθετείται πλαστική μεμβράνη για υγρομόνωση, η οποία στις άκρες θα σηκώνεται 30cm.

3) Αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων της βόρειας όψης του κτιρίου με τα μονά υαλοστάσια, με νέα κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή και με low-e υαλοπίνακες (4/4εσ+16κενό+6εξ) σε mm

4) Αντικατάσταση εβδομήντα (70) παλαιών φωτιστικών με νέα φωτιστικά σώματα οροφής με υψηλής απόδοσης ανακλαστήρες και ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης (electronicballasts) με λαμπτήρες φθορισμού τύπου T5 2X14W.

**Εικόνα 7.4.2 1:** Στη Νότια πλευρά του σχολείου έχουν παραμείνει μόνο δύο μπαλκονόπορτες παλιές (σιδερένιες με μονούς υαλοπίνακες), στην Ανατολική και Δυτική όψη τα παράθυρα των δύο κλιμακοστασίων και στη Βόρεια πλευρά τα παράθυρα των διαδρόμων.



## 7.5 2<sup>ο</sup> ΚΑΙ 28<sup>ο</sup> ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Το διώροφο κτίριο, συνολικής επιφάνειας 1831 m<sup>2</sup> καλύπτει τις ανάγκες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το κτίριο κτίστηκε το 1985.

### 7.5.1 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Η τοιχοποιία του είναι από σκυρόδεμα χωρίς μόνωση αλλά το πάχος των “monobloc” τοίχων πλήρωσης είναι πολύ μεγάλο (φτάνει τα 40cm) και μπορεί από μόνο του να προστατεύσει το κτίριο από τις θερμοκρασιακές αλλαγές του περιβάλλοντος. Η πλάκα της οροφής του τελευταίου ορόφου κάτω από την ξύλινη στέγη είναι επίσης χωρίς θερμομόνωση. Τα κουφώματα του σχολείου είναι από αλουμίνιο παλαιού τύπου, χωρίς θερμοδιακοπή, με μονά υαλοστάσια.

Στο κτίριο είναι εγκατεστημένο δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης, με λέβητα Φ.Α. 200000 kcal/hr (232,5 kW<sub>th</sub>) με χαλύβδινα σώματα. Η εκκίνηση του συστήματος θέρμανσης γίνεται χειροκίνητα. Στο σχολείο υπάρχει εγκατεστημένος ένας θερμοστάτης.

Ο εγκατεστημένος φωτισμός χαρακτηρίζεται ως ανεπαρκής και δεν καλύπτει τις σύγχρονες απαιτήσεις για φωτισμό σε εκπαιδευτήρια. Η ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση για το έτος 2008 ανέρχεται σε 9143 kWh<sub>e</sub> κύρια για φωτισμό.

### 7.5.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

1. Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης στην οροφή του κτιρίου κάτω από την κεραμοσκεπή.

2. Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης (με ικριώματα σιδηρά συμβατικού τύπου) σε όλη την εξωτερική τοιχοποιία του σχολείου εκτός από τις επιφάνειες με «monobloc». Το σύνολο της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι 1.015,60m<sup>2</sup>

3. Αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με τα μονά υαλοστάσια, με νέα κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή και αντικατάσταση των υαλοπινάκων με υαλοπίνακες low-e (4/4εσ+16κενό+6εξ) σε mm.

4. Αντικατάσταση ογδόντα (80) παλαιών φωτιστικών με νέα φωτιστικά σώματα οροφής με υψηλής απόδοσης ανακλαστήρες και ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης (electronicballasts) με λαμπτήρες φθορισμού τύπου T5 2X14 W

**Εικόνα 7.5.2 1:** Το πάχος των τοίχων “monobloc” είναι μεγάλο και προστατεύει το κέλυφος από τις θερμοκρασιακές αλλαγές του περιβάλλοντος



**Εικόνα 7.5.2 2:** Στις όψεις του σχολείου διακρίνεται η φέρουσα κατασκευή από κολόνες και δοκάρια. Η πλήρωση των τοίχων έχει γίνει από μεγάλους τσιμεντένιους όγκους μεγάλου πλάτους (40 εκατοστών). Χρωματικά ακολουθείται η ίδια αρχή.



Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 1.057.410,29 € (859.683,16 € + 197.727,13 € Φ.Π.Α. 23% ). Τα αποτελέσματα της πράξης αποτυπώνονται στους δείκτες παρακολούθησης, όπως αναγράφονται στο Τελικό Δελτίο Παρακολούθησης και οι οποίοι είναι:

- Μείωση εκπομπών θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub> και ισοδύναμα ,kt) \_ 0,25.  
Ποσοστό 83,33% (0,25/0,30=83,33%)
- Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (ΤΠΠ) από επενδύσεις ΑΠΕ, ΣΗΘΥΑ, έργα φυσικού αερίου και επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας 91,63.  
Ποσοστό 82,86%



(91,63/110,59=82,86%)

- Εξοικονομούμενη Ενέργεια 35,05. Ποσοστό 93,42%  
(35,05/37,52=93,42%)

## 7.6 2<sup>ο</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟ – ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Ενεργειακή αναβάθμιση του 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου – Λυκείου Λάρισας από την ενεργειακή κατηγορία Ε' στην κατηγορία Β+, μέσω της εφαρμογής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο κτιριακό συγκρότημα εντάχθηκε την 28<sup>η</sup> Μαΐου 2012 στο Επιχειρησιακό

Πρόγραμμα «Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη» μετά από πρόσκληση της Ειδικής Υπηρεσίας Διαχείρισης του Ε. Π.ΠΕΡ.Α.Α

*Εικόνα 7.6 1: Άποψη του κτιριακού συγκροτήματος*

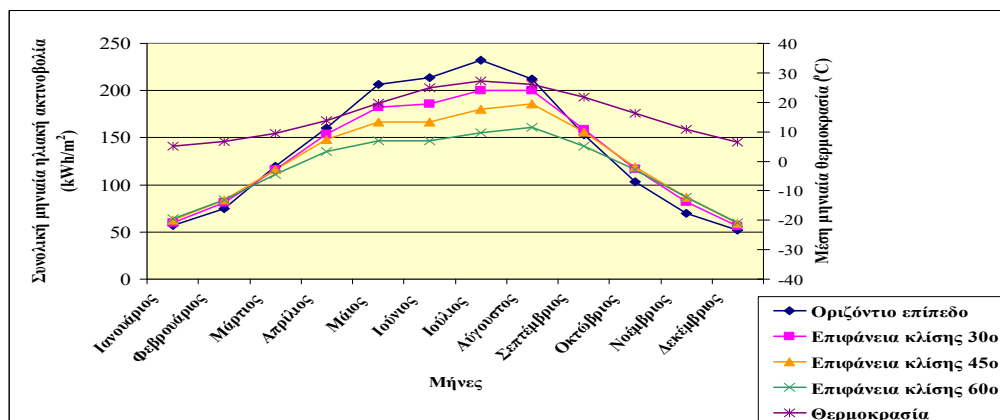


Το συγκεκριμένο κτιριακό συγκρότημα αποτελείται από δύο διώροφα κτίρια (ισόγειο και δύο όροφοι. Κατασκευάστηκε το 1984 και λειτουργεί από το ακαδημαϊκό έτος 1985-86. Το συνολικό εμβαδόν του Γυμνασίου είναι 2.720,50m<sup>2</sup> και ο όγκος του 8.889,02m<sup>3</sup>. Αυτό κατανέμεται σε 901,70m<sup>2</sup> στο ισόγειο, 909,40m<sup>2</sup> στον 1<sup>ο</sup> όροφο και 909,40m<sup>2</sup> στο 2<sup>ο</sup> όροφο.

### 7.6.1 ΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Σύστημα θέρμανσης: Στο συγκρότημα υπάρχουν δύο λεβητοστάσια, ένα σε κάθε κτίριο. Τα δύο ανεξάρτητα συστήματα κεντρικής θέρμανσης αποτελούνται από καυστήρα 270.000kcal/h (314kW) για το μεν Γυμνάσιο και 350.000kcal/h (407kW) για το δε Λύκειο, με δισωλήνιο σύστημα σωληνώσεων, που εγκαταστάθηκαν πρόσφατα. Οι δύο καυστήρες φυσικού αερίου έχουν εγκατασταθεί πρόσφατα, συνεπώς δεν χρήζουν αντικατάστασης. Αντίθετα οι λέβητες είναι παλιοί, καθώς έχουν εγκατασταθεί το 1992. Κουφώματα: Τα παράθυρα που αντικαταστάθηκαν ήταν συρόμενα τα περισσότερα παλαιού τύπου αλουμινίου, όλα χωρίς θερμοδιακοπή. Ηλεκτρική ενέργεια: Έγιναν παρεμβάσεις στα φωτιστικά, στις καμινάδες σε ηλιακά συστήματα

Το προτεινόμενο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από φωτοβολταϊκά στοιχεία, για την εγκατάσταση λαμβάνοντας ενδεικτική ονομαστική ισχύ 200Wp ανά πλαίσιο, θα χρειαστεί να εγκατασταθούν 45 φωτοβολταϊκά πλαίσια, που θα δώσουν τελικά 9kWp. Τα πλαίσια αυτά θα απαιτήσουν περίπου 59,8m<sup>2</sup> επιφάνειας για να εγκατασταθούν.



*Σχήμα 1: Συνολική μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία και μέση μηνιαία θερμοκρασία για το Νομό Λάρισας.*

### 7.6.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

1. Εγκατάσταση δύο νέων λεβήτων φυσικού αερίου 350.000 Kcal/h & 270.000 Kcal/h - Εγκατάσταση δύο θερμοδοχείων διαστρωματικής αποθήκευσης, τα οποία θα λειτουργούν ως δεξαμενές θερμικής αδράνειας των συστημάτων
  2. Εγκατάσταση δύο ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης Εγκατάσταση δύο συστημάτων αντιστάθμισης και δύο πινάκων αυτονομίας
  3. Εγκατάσταση αυτοματισμών λειτουργίας του συστήματος σε κάθε λεβητοστάσιο
  4. Εφοδιασμός του συστήματος με δύο θερμοδομητητές για την καταμέτρηση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας
  5. Εγκατάσταση δύο (2) συστημάτων εποπτείας διασυνδεδεμένων με τα Φ/Β, τους ηλιακούς συλλέκτες και τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα του σχολείου (BEMS)
  6. Αντικατάσταση των δύο υπάρχοντων καμινάδων με δύο νέες καπναγωγούς-καπνοδόχους ανοξειδωτες με διπλή μόνωση
  7. Εγκατάσταση εβδομήντα δύο (72) ανεμιστήρων οροφής
  8. Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος ισχύος 9 kWp στο 2ο Λύκειο, διασυνδεδεμένου με το δίκτυο της ΔΕΗ
  9. Εγκατάσταση Δώδεκα (12) προβολέων τεχνολογίας LED υψηλής ενεργειακής απόδοσης για το φωτισμό του αύλειου χώρου
  10. Τοποθέτηση 393,24m<sup>2</sup> νέων κουφωμάτων αλουμινίου.
- Η υλοποίηση της πράξης έδειξε τα παρακάτω οφέλη:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6.2.1: Αποτελέσματα ενεργειακών υπολογισμών συστήματος θέρμανσης.**

Ετήσια ζήτηση τελικής ενέργειας θέρμανσης (kWh)	223.785,00
Παραγωγή τελικής θερμικής ενέργειας από καυστήρα φυσικού αερίου (kWh)	223.785,00
Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου (m <sup>3</sup> )	26.073,94
Ετήσια εξοικονόμηση φυσικού αερίου (m <sup>3</sup> )	10.129,056
Πρωτογενής ενέργεια που αντιστοιχεί στην ετήσια εξοικονόμηση φυσικού αερίου (kWh)	109.977,65
Μείωση ετήσιας εκπομπής αερίων ρύπων CO <sub>2</sub> (tn)	21,556

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6.2.2: Σύνοψη αποτελεσμάτων υπολογισμού παραγωγής και εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας.**

Υφιστάμενη ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) πριν την παρέμβαση	69.345,00
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από σύστημα φωτοβολταϊκών στοιχείων (kWh)	11.740,57
Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αντικατάστασης προβολέων πυράκτωσης με προβολείς LED (kWh)	14.227,70
Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω απαλοιφής χρήσης ηλεκτρικού θερμοσίφωνα (kWh)	594,00
Συνολική ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	14.821,70
Σύνολο ετήσιας παραγωγής από ΑΠΕ και εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	26.562,27
Νέα αναμενόμενη ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	54.523,30



Συνολική ετήσια μείωση δαπάνης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (€)	1.708,79
Συνολικό ετήσιο έσοδο από πώληση ενέργειας Φ/Β (€)	6.134,45
Συνολικό ετήσιο οικονομικό όφελος (€)	7.843,24
Πρωτογενής ενέργεια που αντιστοιχεί στη συνολική ετήσια εξοικονόμηση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (kWh)	77.030,58
Ποσοστιαία εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)	38,30
Μείωση ετήσιων εκπομπών CO <sub>2</sub> (tn)	76,183

Η νέα ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 54.523,30kWh. Από αυτές, οι 11.740,57kWh, δηλαδή το 21,53%, θα παράγονται από το σύστημα Α.Π.Ε., δηλαδή από τα φωτοβολταϊκά

Με βάση τον πίνακα Ε.1, του άρθρου 13 του Κ.ΕΝ.Α.Κ., ο οποίος παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίνακα 7.6.2γ, το συνολικό κτηριακό συγκρότημα κατατάσσεται στην κατηγορία Β+ ενεργειακής απόδοσης.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6.2.3: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (πίνακας Ε.1 Κ.ΕΝ.Α.Κ.)**

A+	$T \leq 0,33$
A	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82 < T \leq 2,27$

Z	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73 < T$

Αυτή τη στιγμή η Ελλάδα έχει 15.446 σχολεία εκ των οποίων τα 4.500 είναι πάνω από 45 ετών. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας των σχολικών κτηρίων είναι περίπου 270.000 MWh. Από το 2011, για να δοθεί άδεια κατασκευής νέου κτηρίου, είναι απαραίτητο να επιτευχθεί ένα ετήσιο ποσοστό από ηλιακή ενέργεια της τάξης του 60% για παραγωγή καθαρού ζεστού νερού από ηλιακά θερμικά συστήματα (Greek NREAP,2010), ή να αναλυθούν διεξοδικά, οι τεχνικές δυσκολίες που απέτρεψαν τη συμμόρφωση με το συγκεκριμένο νόμο.

Καινούργια και ήδη υπάρχοντα κτήρια που υποβάλλονται σε Executive summary ZEMedS Project (IEE/12/711) Nzeb Status Report in Med countries 8/11 σημαντική ανακαίνιση, πρέπει να μπορούν να αποκτήσουν κατά την ολοκλήρωση, ενεργειακό πιστοποιητικό κλάσης B, και υποχρεούνται να έχουν επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας, καθώς και σύστημα ανάκτησης θερμότητας σε κεντρικές μονάδες κλιματισμού. Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες, στα Ελληνικά σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, η μέση κατανάλωση ενέργειας για ηλεκτρική ενέργεια (κυρίως για το φωτισμό των αιθουσών) εκτιμήθηκε με βάση τους λογαριασμούς στα 16 kWh/m<sup>2</sup>/y και για θέρμανση χώρου με πετρέλαιο στα 68 kWh/m<sup>2</sup>/y. Η μέση κατανάλωση ενέργειας έχει κατηγοριοποιηθεί ανά ζώνη κλίματος με εύρος από 49 kWh/m<sup>2</sup>/year μέχρι 90 kWh/m<sup>2</sup>/year. Για τα ελληνικά σχολεία, ο Οργανισμός Σχολικών Κτηρίων (SBO) έχει πιστωθεί από τον εθνικό προϋπολογισμό για όλα τα έξοδα σχετικά με τις υποδομές όλης της χώρας.

Ο ΟΣΚ αναλαμβάνει την κατασκευή σχολικών κτηρίων μέσα από τη Σύμπραξη Δημόσιου & Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ). Η ευθύνη για τις δραστηριότητες συντήρησης έχει ανατεθεί στον αντίστοιχο δήμο, στον οποίο ανήκει κάθε σχολείο. Όταν προκύπτει ανάγκη για ανακαίνιση, ο διευθυντής του σχολείου επικοινωνεί με το Τεχνικό Τμήμα κάθε δήμου, το οποίο αναλαμβάνει τις εργασίες επισκευής, και είναι υπεύθυνο για την επίσημη και τυπική διαδικασία. Στην αρχή κάθε έτους, στελέχη από το Οικονομικό και Εκπαιδευτικό τμήμα, καταρτίζουν τον συνολικό προϋπολογισμό για τη συντήρηση των σχολείων. Κατά τη διάρκεια υλοποίησης αυτού του σχεδίου ορίζονται και οι προτεραιότητες ολόκληρης της σχολικής χρονιάς.

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχει αναμφισβήτητα αποδειχτεί ότι η κλιματική αλλαγή απορρέει από τις υπέρ καταναλωτικές ανθρώπινες δραστηριότητες. Εδώ και πολλές δεκαετίες καταβάλλονται συνεχόμενες προσπάθειες για την μείωση της κλιματικής αλλαγής μέσω οδηγιών και κανονισμών που εφαρμόζει κάθε χώρα.

Συνοψίζοντας τα κεφάλαια αυτής της εργασίας διαπιστώνεται πως η εξοικονόμηση ενέργειας κυρίως στον κτιριακό τομέα παίζει σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Οι σύγχρονες μέθοδοι που αναλύθηκαν ευελπιστούν στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην ενεργειακή αναβάθμιση κυρίως των κτιρίων.

Η οργάνωση μιας ενεργειακής πολιτικής σε παγκόσμιο επίπεδο με σωστά δομημένα προγράμματα ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε χώρας οδηγεί στην μείωση των απαιτήσεων των κατοίκων, για ενέργεια όσο αφορά τον κτιριακό τομέα.

Το θεσμικό πλαίσιο για τη κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων έχει δημιουργηθεί μετά την έκδοση Ευρωπαϊκών οδηγιών και τη μετέπειτα εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με αυτές.

Αρχικά η Οδηγία 2002/91/ΕΚ καθιέρωσε την ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια, ενώ η πιο πρόσφατη Οδηγία 2010/31/ΕΕ καθιερώνει την έννοια των κτιρίων με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση. Σύμφωνα με την τελευταία οδηγία, τα κτίρια που θα κατασκευάζονται μετά το 2021 θα πρέπει να καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια και αυτή που θα καταναλώνεται θα προέρχεται σε σημαντικό βαθμό από ανανεώσιμες πηγές.

Μέσα από το νομοθετικό υπόβαθρο διαπιστώνεται ο σημαντικός ρόλος του ΚΕΝΑΚ για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πολλές είναι οι χώρες οι οποίες έχουν αναπτύξει τα δικά τους συστήματα περιβαλλοντικής πιστοποίησης κατάλληλα για την κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και κάθε ένα σύστημα από αυτά διαθέτει την δική του κλίμακα.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάστηκαν παραδείγματα τα οποία αφορούν παρεμβάσεις που έγιναν σε υφιστάμενα δημόσια κτίρια αρμοδιότητας του Δήμου Λαρισαίων. Η πλειοψηφία των κτιρίων είναι άνω της δεκαετίας και οι παρεμβάσεις έγιναν τόσο στο κέλυφος όσο και στο εξωτερικό του κτιρίου.

Οι μελέτες περιλάμβαναν το σύνολο των σύγχρονων μεθόδων ώστε τα κτίρια να μεταπηδήσουν ενεργειακή κατηγορία Το αποτέλεσμα ήταν το αναμενόμενο με σημαντική μείωση των εκπομπών ρύπων βάσει των στατιστικών μοντέλων

Τέλος η κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων σήμερα αποτελεί μια αναγκαιότητα, αλλά και μία πρόκληση για τη χώρα μας, με πολλαπλά περιβαλλοντικά, ενεργειακά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη για τους ιδιοκτήτες/χρήστες τους αλλά και για τη χώρα. Κύριος γνώμονα είναι η κοινή προσπάθεια πολιτών και πολιτείας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Αξάρλη, Κ.(2009).Γενικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού. Προσβάσιμο: [http://library.tee.gr/digital/kma/kma\\_m1412/kma\\_m1412\\_axarlh.pdf](http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1412/kma_m1412_axarlh.pdf)

Βουρδουμπάς, Γ. (2014).Τα πράσινα κτίρια. Καθημερινή εφημερίδα Χανίων, Χανιώτικα νέα, 10 Σεπτεμβρίου, σελ. 1.Προσβάσιμο: <http://www.haniotika-nea.gr/ta-prasina-ktiria/>

Δήμος Αθηναίων (2017).Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος – Ο δήμος Αθηναίων, πρώτος δήμος της Ελλάδας με Ολοκληρωμένο Σχέδιο Δράσης για την Κλιματική Αλλαγή. Προσβάσιμο: <https://www.cityofathens.gr/node/30147>

Δήμος Ηρακλείου (2016).Στρατηγικό Σχέδιο του Δήμου Ηρακλείου για την «Εξυπνη πόλη». Προσβάσιμο: [https://www.heraklion.gr/files/items/5/59611/stratigiko\\_shedio\\_irakleio\\_exyprni\\_poli\\_16\\_2\\_2016.pdf?rnd=1460543523](https://www.heraklion.gr/files/items/5/59611/stratigiko_shedio_irakleio_exyprni_poli_16_2_2016.pdf?rnd=1460543523)

Δήμος Ηρακλείου (2018).Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας Δήμου Ηρακλείου. Προσβάσιμο: [http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/2697\\_1349073995.pdf](http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/2697_1349073995.pdf)

Δήμος Λαρισαίων (2013).Αίτηση για το Ευρωπαϊκό Βραβείο Πράσινης Πρωτεύουσας 2016. Προσβάσιμο: [http://www.xnmxaaxg5an.gr/images/dataold/pdf/GREEN\\_CAPITAL.pdf](http://www.xnmxaaxg5an.gr/images/dataold/pdf/GREEN_CAPITAL.pdf)

(Δήμος Τρικκαίων, 2018). SmartTrikala. Προσβάσιμο: <https://trikalacity.gr/smart-trikala/>, (23/02/2018)

Δήμος Τρικκαίων (2015). Στρατηγικός σχεδιασμός επιχειρησιακού προγράμματος 2014-2019. Προσβάσιμο: <http://trikalacity.gr/wpcontent/uploads/2016/03/stratigikos-sxediasmos.pdf>

Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου [Ε.Ι.ΠΑ.Κ] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.eipak.org/pathitiko-ktirio-passive-house>

ΕΛΟΤ 1457 σχέδιο 3, ΕΛΛΗΝΙΚΟΠΡΟΤΥΠΟ 2017. Δείκτες βιωσιμότητας των πόλεων ανάθεματική ενότητα «Sustainable Development of Communities- Reporting and Indicators of performance».

Έκθεση αναφοράς για τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης στις χώρες της μεσόγειου, ZEMedS, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων, 2011, ΥΠΕΚΑ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ και η εφαρμογή του (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)

ΚΑΠΕ (2018). Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου Κτιρίων.  
[http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/pdf18FEB/6\\_6%20Siopis.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/pdf18FEB/6_6%20Siopis.pdf)

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

ΚΑΠΕ, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα,  
<http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika>, 18-10-2018

Κοσμόπουλος Π., Περιβολάρης Α., 2017, Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας

Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/2008

Κ.Υ.Α. Δ6/Β/ΟΙΚ. 5825/2010

Νόμος 3661/2008

Νόμος 3855/2010

*Οδηγία 2002/91/ΕΚ*

Οδηγία 2006/32/ΕΚ (05-04-2006)

Οδηγία 2010/31/ΕΚ (19-05-2010)

Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση).

Οδηγία 2012/27/ΕΕ (25-10-2012)

Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων, 2<sup>η</sup> έκδοση, Σεπτέμβριος 2010

Π.Δ. 100/30-09-2010 (ΦΕΚ 177/Α' /06-10-2010)

Πλαίσιο Λειτουργίας ΕΛΟΤ/ΤΕΤ 16/ ΟΕ 5. «Βιώσιμες και Έξυπνες Πόλεις».

Στυλλος Β. Σπύρος, Διπλωματική Εργασία «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ» Επιβλέπων: Καρασμάνης Βασίλειος, Αθήνα 2012, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας [ΤΕΕ] (2018). Προσβάσιμο: [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak)

Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, εκπαιδευτικό υλικό, «Επιθεώρηση Κτιρίων Θεματική Ενότητα: ΔΕ1 Εισαγωγή στον Τομέα της Ενέργειας» [ΤΕΕ] (2011) Προσβάσιμο: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/dg2013/ktirio/DE1-Eisagogi%20stin%20energeia-final.pdf>

Τζανακάκη, Ε. (2006). Βιοκλιματικά και Ενεργειακά Αποδοτικά κτίρια στην Ελλάδα, Κ.Α.Π.Ε. Προσβάσιμο: [http://library.tee.gr/digital/books\\_notee/book\\_60757/book\\_60757\\_tzanakaki.pdf](http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60757/book_60757_tzanakaki.pdf)

ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»

TOTEE 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»

TOTEE 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»

TOTEE 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας [ΥΠΕΚΑ 1] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=338&language=el-GR>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας [ΥΠΕΚΑ 2] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=337&language=el-GR>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (2010). Προσβάσιμο: <http://www.opengov.gr/minenv/?c=2466>

ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008

ΦΕΚ 1122/17 Ιουνίου 2008

ΦΕΚ 407/9 Απριλίου 2010

ΦΕΚ 95/23 Ιουνίου 2010

ΦΕΚ 132/5 Αυγούστου 2010

ΦΕΚ 1387/2 Σεπτεμβρίου 2010

ΦΕΚ 177/6 Οκτωβρίου 2010



## ΞΕΝΗ

Active for more comfort: Passive House, Information for property developers, contractors and clients, 2014

Anthopoulos, L., & Giannakidis, G. (2017). Policy Making in Smart Cities: Standardizing City's Energy Efficiency with Task-Based Modelling. *Journal of ICT Standardization*. 4, pp. 111-146

Balfour, J., Shaw, M., (2011), *Introduction to Photovoltaic System Design*, Εκδόσεις: Jones & Bartlett Publisher

Balfour, J., Shaw, M., Bremer Nash, N., (2011), *Advanced Photovoltaic Installations*, Εκδόσεις: Jones & Bartlett Publishers

Delgado, R. (2014). *Smart Buildings and New Business Opportunities*. World Trade Center Association Contribution, Geneva.

Foster, R., Ghassemi, M., Cota, A., (2009), *Solar Energy: Renewable Energy and the Environment*, Εκδόσεις: CRC Press

Gaitani N. et. al., (2014) *Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) Status Report in Mediterranean countries*, ZEMEDS project, June 2014, European Union under the Intelligent Energy Europe Programme

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanomic, N & Meijers, E. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*, Vienna University of Technology. Available at: [http://smartcity-ranking.org/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://smartcity-ranking.org/download/smart_cities_final_report.pdf)

Goetzberger, A., Hoffmann, V., (2005), *Photovoltaic Solar Energy Generation*, Εκδόσεις: Springer

*IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report*

Krauter, S., (2006), *Solar Electric Power Generation - Photovoltaic Energy Systems: Modeling of Optical and Thermal Performance, Electrical Yield, Energy Balance, Effect on Reduction of Greenhouse Gas Emissions*. Εκδόσεις: Springer

Kylili, A., & Fokaidis, P.A. (2015). *European smart cities: The role of zero energy buildings*. *Sustainable Cities and Society*.15, pp.86-95.

*LEED Overview, LEED presentation* Environment Labeling User Group Meeting, 2014

Magee, S., (2010), *Solar Photovoltaic Design for Residential, Commercial and Utility Systems*, Προσωπική έκδοση

Mukerjee, A., Thakur, N., (2011), *Photovoltaic Systems: Analysis And Design*, Εκδόσεις: PHI Learning

Pervoli, G, Marco, A, Perfetti, F & Marone, M. (2014). *A new Taxonomy of Smart City Projects*. *Transportation Research Procedia*.3, pp.470-478.

Petrova-Koch, V., Hezel, R., Goetzberger, A., (2008), *High-Efficient Low-Cost Photovoltaics: Recent Developments*, Εκδόσεις: Springer

Rekioua, D., Matagne, E., (2012), *Optimization of Photovoltaic Power Systems: Modelization, Simulation and Control*, Εκδόσεις: Springer

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Αντλίες θερμότητας - Προσβάσιμο :(<https://www.mp-energy.gr/%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%B9%CE%B5%CF%83-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%83.html> )

ΕΝ.Ε.ΕΠΙ.Θ.Ε. – Αντλίες θερμότητας – Προσβάσιμο: (<http://www.uhhe.gr/>)

Στροφή στις αντλίες θερμότητας για τα ελληνικά νοικοκυριά. Προσβάσιμο: [https://4green.gr/news/data/glitwste-lefta/Strofh-stis-antlies-thermothtas-gia-ta-ellhnika-noikokyria\\_120621.asp](https://4green.gr/news/data/glitwste-lefta/Strofh-stis-antlies-thermothtas-gia-ta-ellhnika-noikokyria_120621.asp)

Τι είναι οι αντλίες θερμότητας και ποια τα πλεονεκτήματά τους, <http://energy.reporter.com.cy/saving/article/74185/ti-einai-oi-antlies>

[www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu) «Climate change policies» *European Environmental Agency*

([http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata.htm))

<http://www.nzeb.in/definitions-policies/definitions/net-zero-source-energy-building/>

<http://www.nzeb.in/definitions-policies/definitions/net-zero-energy-cost-building/>

(<http://energy.reporter.com.cy/saving/article/73554/ta-panta-ga-ta-ktiria-me>)

<http://www.inzeb.org/>

(<http://www.epshellas.com>

(<https://www.breeam.com/>)

<https://new.usgbc.org/leed>

<https://passivehouse.com/>

*<https://www.dgnb.de/en/index.php...sel78><https://unfccc.int/United Nations Framework Convention on Climate Change>*

National Institute of Standards and Technology [NIST] (2014). The NIST definition of cloud computing. Available at: <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>

SmartGrid.gov (2018). What is a Smart grid. Accessed at: [https://www.smartgrid.gov/the\\_smart\\_grid/smart\\_grid.html](https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html)

Wikipedia (Internet of Things) (2018). Accessed at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)

Wikipedia (Building management system). Accessed at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_management_system),

Zero Energy Buildings (2018). Accessed at: <http://www.zerobuildings.com/buildings/>