

# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧ  
708



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Π. Ράλλη & Θηβών 250, 12244 Αιγάλεω



## σε υφιστάμενα κτήρια

ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ  
ΚΑΛΕΥΡΑΣ  
Αλέξανδρος  
ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ  
Κωνσταντίνος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΑΡΤΖΟΥΚΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

Αιγάλεω 2012

# ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΑ

Πτυχιακή εργασία που υποβλήθηκε  
στο Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά  
για την απόκτηση του πτυχίου

Υπό

**Καλευρά Αλέξανδρο &  
Χρυσοβιτσιώτη Κωνσταντίνο**

Εργασία η οποία έλαβε μέρος  
στο Τμήμα Μηχανολογίας  
της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών  
με την επίβλεψη

του Καθηγητή Εφαρμογών  
**Σπυρίδωνος Γ. Μαρτζούκου**

Τμήμα Μηχανολογίας  
Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά  
Αιγάλεω

2012

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ (ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ)

Θεωρούμε υποχρέωσή μας να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες σε όλο το ακαδημαϊκό προσωπικό του Τμήματος Μηχανολογίας για τις πολύτιμες γνώσεις με τις οποίες μας εφοδίασαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μας στο Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, οι οποίες και αποτελούν το σημαντικότερο εφόδιο για τις δύσκολες εποχές που ζούμε.

Επιπροσθέτως, θα θέλαμε ιδιαίτερα να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα, Καθηγητή Εφαρμογών Σπυρίδωνα Γ. Μαρτζούκο για την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος, οφείλουμε να αφιερώσουμε την παρούσα εργασία στους γονείς μας που μας συμπαραστάθηκαν όλα τα χρόνια της φοίτησής μας στο Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά.

Η έγκριση της παρούσης πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολογίας του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ίδρυματος Πειραιά δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων των συγγραφέων εκ μέρους της τριμελούς επιτροπής και του Τμήματος.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	(ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ).IV
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	X
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	XI
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1. ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	2
1.1.1. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	2
1.1.2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.....	3
1.1.3. ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	3
1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ.....	4
1.2.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ –ΑΕΡΙΣΜΟΣ) .....	4
1.2.2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	4
1.3. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....	4
1.3.1. ΈΞΥΓΙΝΑ ΚΤΙΡΙΑ (BUILDING AUTOMATION) .....	4
1.3.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	5
1.4. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	5
<b>2. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....</b>	<b>6</b>
2.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	6
2.1.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ Α.Π.Ε., ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ .....	6
2.2. ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ .....	8
2.2.1. ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ 3661/2008 ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ	10
2.2.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	12
2.2.3. ΑΝΑΝΕΩΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ» ΜΕ ΕΥΝΟΪΚΟΥΣ ΌΡΟΥΣ ..	13

<b>3.</b>	<b>ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....</b>	<b>15</b>
3.1.	ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	15
3.2.	ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΈΝΑΝΤΙ ΛΕΒΗΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΥ.....	20
3.3.	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	24
<b>4.</b>	<b>ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>25</b>
4.1.	ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	25
4.1.1.	ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	25
4.1.2.	ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΔΑΠΕΔΟΥ / ΟΡΟΦΗΣ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	27
4.2.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΑΠΕΔΟΨΥΞΗΣ.....	28
4.3.	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	29
<b>5.</b>	<b>ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>34</b>
5.1.	ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	34
5.1.1.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	34
5.1.2.	ΤΥΠΟΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ .....	37
5.2.	ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	39
5.3.	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	40
<b>6.</b>	<b>ΛΕΒΗΤΕΣ .....</b>	<b>45</b>
6.1.	ΓΕΝΙΚΑ .....	45
6.2.	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	46
6.3.	ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	46
6.4.	ΑΤΟΜΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΜΟΝΑΔΕΣ).....	46
6.5.	ΥΠΕΡΠΙΕΣΤΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	47
6.6.	ΛΕΒΗΤΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ .....	47
6.6.1.	ΛΕΒΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ.....	47

6.7.	ΛΕΒΗΤΕΣ ΑΕΡΙΟΥ.....	50
6.7.1.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	51
6.7.2.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΙΧΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	52
6.8.	ΛΕΒΗΤΕΣ ΙΟΝΤΩΝ.....	53
6.8.1.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΙΟΝΤΩΝ.....	54
6.8.2.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΙΟΝΤΩΝ.....	54
6.9.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ'.....	55
6.10.	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ.....	57
6.10.1.	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ – ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	57
<b>7.</b>	<b>ΠΛΑΚΟΕΙΔΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....</b>	<b>60</b>
7.1.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	60
7.2.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	62
7.2.1.	ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ.....	63
7.2.2.	ΠΑΡΟΧΕΣ ΝΕΡΟΥ.....	63
7.2.3.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΛΑΚΟΕΙΔΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ.....	64
7.3.	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΛΑΚΟΕΙΔΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ.....	64
<b>8.</b>	<b>ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....</b>	<b>65</b>
8.1.	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	65
8.1.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	65
8.1.2.	ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	66
8.1.3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	66
8.1.4.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	68
8.1.5.	ΤΡΟΠΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	69
8.1.6.	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.....	71
8.1.7.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	73
8.1.8.	ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	73

8.1.9. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕ-ΝΩΝ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ Δ.Ε.Η. ΣΕ ΣΤΕΓΑΣΤΡΑ ΑΠΟΒΑΘΡΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ.....	76
8.2. ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ .....	80
8.2.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	80
8.2.2. ΕΙΔΗ.....	80
8.2.3. ΜΕΡΗ.....	80
8.2.4. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ .....	83
<b>9. ΜΟΝΩΣΗ.....</b>	<b>87</b>
9.1. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	87
9.1.1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ.....	88
9.1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	89
9.2. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ .....	90
9.2.1. ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	90
9.2.2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ.....	90
9.2.3. ΔΙΠΛΟΙ ΤΟΙΧΟΙ .....	91
9.2.4. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ .....	91
9.2.5. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ .....	91
9.2.6. ΟΡΟΦΕΣ .....	92
9.2.7. ΔΑΠΕΔΑ.....	93
9.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	93

<b>10. ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....</b>	<b>97</b>
10.1.1. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ .....	97
10.1.2. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ .....	98
10.1.3. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ .....	98
10.1.4. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ.....	99
10.1.5. ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ.....	100
10.1.6. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΝΑΤΡΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ .....	100
10.1.7. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΕΡΙΟΥ.....	100
10.1.7.1. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΝΑΤΡΙΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	100
10.1.7.2. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ .....	101
10.1.7.3. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΑ.....	101
10.1.8. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED (LIGHT EMITTING DIODES) .....	101
10.1.9. ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ.....	102
10.1.10. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ ΜΕ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ.....	102
<b>11. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>	<b>105</b>
11.1. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ECOWIZARD .....	105
11.2. BMS-EBMS – ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	106
<b>12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>108</b>
12.1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	108
12.2. ΒΙΒΛΙΑ .....	109
12.3. ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ – ΆΡΘΡΑ.....	110
12.4. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ .....	110
12.5. ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	112
12.5.1. ΜΕΛΕΤΕΣ (ΆΡΘΡΑ – ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ – ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ – ΣΥΝΕΔΡΙΑ) .....	112
12.5.2. ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ .....	113



## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ποιος μπορεί να ενταχθεί στο Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» – Με ποια κίνητρα; .....	14
Πίνακας 2: Τιμολόγια ενεργειακών αγαθών.....	20
Πίνακας 3: Αποδοτικότητα συστημάτων με βάση την εξωτερική θερμοκρασία	21
Πίνακας 4: Ωριαία κατανάλωση με βάση την αποδοτικότητα των συστημάτων και τις απώλειες της κατοικίας .....	21
Πίνακας 5: Κατανάλωση ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.....	22
Πίνακας 6: Εκτίμηση μέσης ημερήσιας κατανάλωσης Ζεστού Νερού Χρήσης	23
Πίνακας 7: Υπολογισμός δαπάνης για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης	23
Πίνακας 8: Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου/σύγκριση/απόσβεση επένδυσης .....	23
Πίνακας 9: Τεχνικά χαρακτηριστικά και οικονομικά στοιχεία Γεωθερμικού συστήματος με αντλία θερμότητας, σε οικία 250τ.μ. στη Λευκωσία .....	41
Πίνακας 10: Εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε Kg/kWh παραγόμενης ενέργειας) .	41
Πίνακας 11: Ανάλυση οικονομικότητας για θέρμανση οικίας με Γ.Α.Θ.....	44
Πίνακας 12: Κατηγορίες παρεμβάσεων στο σύστημα θέρμανσης .....	56
Πίνακας 13: Σύγκριση συστημάτων θέρμανσης με διάφορα καύσιμα .....	59
Πίνακας 14: Τυπική ισχύς (kW) και μηνιαίες καταναλώσεις διαφόρων οικιακών συσκευών (kWh) .....	74
Πίνακας 15: Μέσες τιμές ακτινοβολίας.....	75
Πίνακας 16: Εκτίμηση μεγέθους συσσωρευτών.....	75
Πίνακας 17: Δεδομένα Φ/Β εγκατάστασης στον σταθμό του ΗΣΑΠ στην Καλλιθέα .....	78
Πίνακας 18: Οικονομικά μεγέθη για την επένδυση της δεδομένης ηλιακής εγκατάστασης .....	86
Πίνακας 19: Συνοπτικά αποτελέσματα ενεργειακής αποτίμησης .....	93
Πίνακας 20: Προτεινόμενες παρεμβάσεις στο κτίριο.....	94
Πίνακας 21: Εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους από συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού .....	102
Πίνακας 22: Υφιστάμενη κατάσταση λαμπτήρων .....	103
Πίνακας 23: Νέα κατάσταση λαμπτήρων .....	103

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάγραμμα λειτουργίας με ψυκτικό υγρό φρέον .....	15
Σχήμα 2: Σχηματική παράσταση γεωθερμικού συστήματος θέρμανσης-ψύξης	16
Σχήμα 3: Είδη αντλιών θερμότητας (αέρος – νερού και νερού – νερού) .....	16
Σχήμα 4: Αντλία θερμότητας αέρα-νερού.....	17
Σχήμα 5: Σχηματική παράσταση εγκατάστασης αντλίας θερμότητας.....	18
Σχήμα 6: Θερμικά φορτία ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία .....	21
Σχήμα 7: Κόστος θέρμανσης κατοικίας .....	22
Σχήμα 8: Σύστημα σωληνώσεων ενδοδαπέδιας θέρμανσης .....	26
Σχήμα 9: Παράδειγμα εγκατάστασης ενδοδαπέδιου δροσισμού.....	27
Σχήμα 10: Διάταξη γεωθερμικής εγκατάστασης.....	36
Σχήμα 11: Κλειστό κύκλωμα με οριζόντιους βρόγχους .....	37
Σχήμα 12: Κλειστό κύκλωμα με κάθετους βρόγχους .....	37
Σχήμα 13: Ανοιχτό κύκλωμα .....	37
Σχήμα 14: Κλειστό κύκλωμα με βρόγχους σε πηγάδι, λίμνη ή θάλασσα.....	37
Σχήμα 15: Οριζόντιος Γεωεναλλάκτης .....	38
Σχήμα 16: Κατακόρυφος Γεωεναλλάκτης .....	38
Σχήμα 17: Εναλλάκτης Ανοιχτού Κυκλώματος .....	38
Σχήμα 18: Εγκατάσταση γεωθερμικής εφαρμογής.....	39
Σχήμα 19: Λεπτομέρεια σωλήνων κυκλωμάτων οριζόντιου γεωθερμικού εναλλάκτη στο υπέδαφος (γεωεναλλάκτης) .....	39
Σχήμα 20: Γεώτρηση για τοποθέτηση κατακόρυφου γεωεναλλάκτη .....	39
Σχήμα 21: Τοποθέτηση σωλήνων κατακόρυφου γεωεναλλάκτη σε γεώτρηση .	39
Σχήμα 22: Λέβητας ξύλου.....	48
Σχήμα 23: Συσσωματώματα ξύλου (πέλλετ) .....	48
Σχήμα 24: Απεικόνιση σε τομή ενός λέβητα ξύλου με χρήση πέλλετ .....	49
Σχήμα 25: Απεικόνιση εγκατάστασης επίτοιχου λέβητα φυσικού αερίου σε οικιακή κουζίνα.....	52
Σχήμα 26: Εγκατάσταση λέβητα θέρμανσης ιόντων .....	53
Σχήμα 27: Παράδειγμα οικίας για σύγκριση συστημάτων θέρμανσης .....	57
Σχήμα 28: Ροή δύο υγρών χωρίς να αναμειγνύονται.....	60

Σχήμα 29: Συγκολλητοί πλακοειδείς εναλλάκτες.....	61
Σχήμα 30: Λυόμενοι πλακοειδείς εναλλάκτες.....	61
Σχήμα 31: Ολοκληρωμένο σύστημα πλακοειδούς εναλλάκτη.....	62
Σχήμα 32: Ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας.....	66
Σχήμα 33: Διάταξη διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος στο ηλεκτρικό δίκτυο....	70
Σχήμα 34: Τοποθέτηση Φ/Β συστημάτων σε κτίρια.....	72
Σχήμα 35: Εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις.....	72
Σχήμα 36: Κάτοψη στεγάστρων σταθμού Καλλιθέας.....	77
Σχήμα 37: Ιστόγραμμα με την εξέλιξη της στάθμης κεφαλαίου ίδιας συμμετοχής (25% του συνολικού αρχικού κόστους της εγκατάστασης, 20% επιδότηση και 55% 10ετή δανειοδότηση) για την επενδυτική πρόταση εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στον σταθμό του ΗΣΑΠ Καλλιθέας.....	79
Σχήμα 38: Επίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών σε ένα πλευρικό τοίχωμα.....	87
Σχήμα 39: Μόνωση εξωτερικών τοιχοποιιών.....	91
Σχήμα 40: Μόνωση εσωτερικής τοιχοποιίας.....	91
Σχήμα 41: Κουφώματα.....	91
Σχήμα 42: Μόνωση οροφής.....	92
Σχήμα 43: Μόνωση οροφής.....	93
Σχήμα 44: Μόνωση δαπέδων.....	93
Σχήμα 45: Καταναλώσεις πετρελαίου πριν και μετά τις μετατροπές.....	96
Σχήμα 46: Σύνολο καταναλώσεων σε lt, πριν και μετά τις επεμβάσεις.....	96
Σχήμα 47: Λαμπτήρες.....	98
Σχήμα 48: Λαμπτήρες αλογόνου.....	98
Σχήμα 49: Λαμπτήρες φθορισμού.....	99
Σχήμα 50: Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού.....	100
Σχήμα 51: Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης.....	100
Σχήμα 52: Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης.....	100
Σχήμα 53: Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης.....	101
Σχήμα 54: Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου με μεταλλικά αλογονίδια.....	101
Σχήμα 55: Λαμπτήρες LED.....	101
Σχήμα 56: Σύστημα EcoWizard.....	105

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κλιματικές αλλαγές, αλλά και οι άλλες παγκόσμιες περιβαλλοντικές προκλήσεις δεν είναι απλώς «στη μόδα» από πλευράς δημοσιότητας και μεσων ενημέρωσης. Είναι η συνειδητοποίηση των πραγματικών και ογκούμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Η ποιότητα ζωής του ανθρώπου σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα κατασκευής και σχεδιασμού του εκάστοτε κτιρίου στο οποίο καλείται να ζήσει. Ένα από τα πλέον σημαντικά προβλήματα του περιβάλλοντος τείνει να αποτελεί ο κτιριακός τομέας. Η ενέργεια που καταναλώνει ο κτιριακός τομέας (κατοικίες και τριτογενής τομέας) στην Ε.Ε. αντιπροσωπεύει το 40% της κατανάλωσης. Συνεπώς η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων και των συστημάτων που τα ενσωματώνουν είναι άμεσης προτεραιότητας. Στην Ελλάδα, αν και χώρα μεσογειακή, οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου

Το φαινόμενο αυτό είναι δυνατόν να μειωθεί αισθητά μέσω των Τεχνολογικών Καινοτομιών, του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού<sup>1</sup>, των υλικών και εφαρμογών Εξοικονόμησης Ενέργειας. Οι παράγοντες αυτοί δύνανται να έχουν εφαρμογή σε όλες τις μορφές κτιρίων λαμβάνοντας υπόψη το τρίπτυχο δόμηση – ενέργεια – περιβάλλον προς όφελος του χρήστη.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, η ανάγκη αναθεώρησης του τρόπου δόμησης και η αξιοποίηση των τεχνολογιών περιβάλλοντος, μέσα σε ένα κατά το δυνατόν «πράσινο κτίριο», η χρήση υλικών με Ενεργειακή Αποδοτικότητα και η εφαρμογή Τεχνολογιών Εξοικονόμησης Ενέργειας, είναι παράγοντες οι οποίοι εφαρμόζονται αυτή τη στιγμή και θα αναπτυχθούν μελλοντικά σε παγκόσμια κλίμακα. Επίσης, οι υψηλές τιμές του πετρελαίου και το συνεπαγόμενο υψηλό κόστος ενέργειας, η αυξανόμενη ευαισθησία σε θέματα υγείας, τα πράσινα υλικά και οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας δεν αποτελούν πλέον ιδέες του μέλλοντος αλλά εκπληρώνουν ανάγκες του σήμερα.

Αυτό αποδεικνύεται από τον ολοένα αυξανόμενο αριθμό τόσο των νέων προϊόντων όσο και των εταιρειών που τα παράγουν ή τα αντιπροσωπεύουν. Σήμερα υπάρχει πλέον στη χώρα μας «αγορά» πράσινων υπηρεσιών και τεχνολογιών.

Η αναζήτηση μιας καλύτερης ζωής είναι πλέον βασική προϋπόθεση

---

<sup>1</sup> "Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο 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." κατά το Υ.Π.Ε.Κ.Α., Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, *Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_bioclimatikos.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm)

μετά τη συρροή των πληθυσμών στα αστικά κέντρα. Η ποιοτική αστική ζωή δεν είναι πολυτέλεια. Αποτελεί παράγοντα υψίστης σημασίας, που συμβάλλει ζωτικά σε έναν υγιέστερο τρόπο ζωής και σε μία οικονομικότερη βιώσιμη ανάπτυξη της κοινωνίας. Έτσι λοιπόν η αξιοποίηση όλων των πιθανών δυνατοτήτων Εξοικονόμησης Ενέργειας θα πρέπει να είναι ο κανόνας (και όχι η εξαίρεση) στην κατασκευή, ανακαίνιση, συντήρηση και λειτουργία των κτιρίων.

Ενεργητικά συστήματα για την εξοικονόμηση ενέργειας νοούνται όλες εκείνες οι τεχνικές και οι τεχνολογίες, απλές ή εξειδικευμένες, που αποσκοπούν στη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων κλιματισμού, αερισμού και φωτισμού, στη μείωση κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας και στην προώθηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας όπως γεωθερμίας, βιομάζας<sup>2</sup>, ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου όπως θέρμανση και ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης.

Για παράδειγμα η χρήση γεωθερμικών αντλιών ή της ηλιακής ενέργειας για τον κλιματισμό ενός κτιρίου, η ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη, η χρήση ανεμιστήρων οροφής για τον δροσισμό των χώρων κατά την θερινή περίοδο, συστήματα φωτισμού υψηλής αποδοτικότητας (κατάλληλοι λαμπτήρες και ηλεκτρονικές διατάξεις έναυσης), «έξυπνα κτίρια» κ.λπ.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι για να αξιοποιείται στο μέγιστο δυνατό η κάθε τεχνική και τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται προσεκτική επιλογή και μελέτη εφαρμογής.

Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας επιχειρήσαμε να προσεγγίσουμε αυτό το πρόβλημα με όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένο και επιστημονικό τρόπο. Ασχοληθήκαμε με τις δυνατότητες παρέμβασης σε υφιστάμενα κτίρια, με (κυρίως) οικονομικό αλλά και περιβαλλοντικό όφελος, καταγράφοντας και αξιολογώντας την κάθε μια ξεχωριστά, μέσω εξειδικευμένης οικονομοτεχνικής μελέτης – ανάλυσης.

## 1.1. ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Ο άνθρωπος είναι δυνατόν να θέσει σε εφαρμογή πολλές δραστηριότητες, για να προασπίσει τη φύση μέσα στην οποία ζει αλλά και να δημιουργήσει ένα βιώσιμο για τον ίδιο κτίριο. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον σχεδιασμό για την παθητική προστασία του κτιρίου, ως άμυνα προς τους εξωγενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες.

### 1.1.1. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ένα μέσο αύξησης της παθητικής προστασίας των κτιρίων αποτελούν τα δομικά υλικά ενεργειακής αποδοτικότητας. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται τα οικολογικά δομικά υλικά, τα οικολογικά χρώματα βερνίκια, τα οικολογικά

δάπεδα, τα χαλύβδινα συστήματα, τα στοιχεία τοιχοποιίας, το σκυρόδεμα και οι οπλισμοί σκυροδέματος<sup>3</sup>, οι συγκολλητικές ύλες, οι ψευδοροφές, τα πυρίμαχα, plexiglas τούβλα – τσιμεντόλιθοι, τα κεραμικά πάνελ PVC<sup>4</sup>, τα συστήματα εσωτερικής δόμησης – επένδυσης, τα αδρανή υλικά και τα δομικά υλικά διακόσμησης.

### 1.1.2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Στα πλαίσια βελτίωσης της παθητικής προστασίας των κτιρίων, ενσωματώνονται νέες τεχνολογίες κτιριακού κελύφους. Αναφέρονται μεταξύ άλλων οι προσόψεις κτιρίων, οι επενδύσεις τοίχων – οροφών, τα προφίλ αλουμινίου, τα μεταλλικά προφίλ, τα κουφώματα – παράθυρα, τα υλικά στεγανοποίησης / PVC, τα πολυκαρβονικά / ακρυλικά – πολυεστερικά υλικά<sup>5</sup>, τα συστήματα βελτίωσης και προστασίας επιφανειών και κτιρίων, η ξυλεία, τα συστήματα εντοιχισμού και οι υάλινες κατασκευές.

### 1.1.3. ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την αύξηση της παθητικής προστασίας των κτιρίων είναι τα προϊόντα διογκωμένης πολυστερίνης<sup>6</sup>, τα ηχομονωτικά υλικά – ηχοπετάσματα, τα υλικά επιστέγασης, τα θερμομονωτικά

<sup>3</sup> "Το σκυρόδεμα είναι ένας τεχνητός λίθος που σχηματίζεται με την ανάμιξη σε κατάλληλες αναλογίες τσιμέντου, αδρανών και νερού. Αποκτάει τις τελικές του ιδιότητες με την σκλήρυνση του τσιμεντοπολτού. Μπορεί να περιέχει και ορισμένα άλλα "πρόσθετα" υλικά." κατά τον Βλαδίμηρο Κ. Καλευρά, *Μαθήματα Ωπλισμένου Σκυροδέματος, Τόμος Ι, Συνήθη Δομικά Έργα από Συμβατικά Ωπλισμένο Σκυρόδεμα, Κεφάλαιο Α': Γενική Εισαγωγή, 8. Σκυρόδεμα, Ξάνθη 1989.*

<sup>4</sup> "Το PVC (Polyvinyl Chloride) είναι το ακρωνύμιο για το συνθετικό υλικό πολυβινυλοχλωρίδιο. Το «U» (Un-plasticised) σημαίνει μη-πλαστικοποιημένο, συχνά λανθασμένα ονομάζεται μη-τροποποιημένο (Un-modified). Παράγεται από το αιθυλένιο που υπάρχει στο πετρέλαιο σε ποσοστό 43% και το χλώριο, το οποίο υπάρχει στο φτηνό και σε ανεξάντλητες ποσότητες στην φύση αλάτι, σε ποσοστό 57%, ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν ένα άχρωμο αέριο το λεγόμενο βινιλοχλωρίδιο (VC). Με την προσθήκη οξυγόνου και φωτός γίνεται ο πολυμερισμός αυτού του αερίου, δηλαδή τα μόρια ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μεγαλύτερες ομάδες μορίων και με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται το υλικό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)." κατά την εταιρεία Alousystem VIP, *Προϊόντα PVC-U, Τι είναι το PVC-U, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.alousystem-vip.gr/pvc-u.html>*

<sup>5</sup> ALTO Special Construction Material, *Οικοδομικά, Υαλότουβλα / Υαλόπλακες / Επικάλυψεις, Διαφωτιστικά Φύλλα, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.alto.gr/?pname=products\\_category&la=1&cat\\_id=177](http://www.alto.gr/?pname=products_category&la=1&cat_id=177)*

<sup>6</sup> "Η διογκωμένη πολυστερίνη ή εν συντομία EPS (Expanded Polystyrene), είναι ένα ελαφρύ, άκαμπο, πλαστικό και αφρώδες υλικό που παράγεται από συμπαγείς σταγόνες πολυστυρολίου και αποτελείται κατά 98% από αέρα. Το υλικό αυτό όταν θερμανθεί με ατμό, παράγει τέλεια κλειστές σφαιρικές κυψέλλες EPS. Η διαστολή επιτυγχάνεται λόγω των μικρών ποσοτήτων πεντανίου αερίου που απελευθερώνονται μέσα στο πολυστυρόλιο κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας." κατά τον EPS Πανελληνίος Σύνδεσμος Διογκωμένης Πολυστερίνης, *Τι είναι το EPS, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.epshellas.com/index.php/eps/whatiseps>*

## 2. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

### 2.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

#### 2.1.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ Α.Π.Ε., ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

##### 1. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)

Πρόκειται για αναδιατύπωση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (2002/91/ΕΚ) που υιοθετήθηκε προκειμένου να ενισχυθούν οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και για να διευκρινιστούν, να βελτιωθούν και να επικαιροποιηθούν κάποια σημεία της προηγούμενης οδηγίας. Μάλιστα, σύμφωνα με την οδηγία, τα νέα κτίρια από το 2020 θα πρέπει να είναι «μηδενικών εκπομπών», δηλαδή να αυτοπαράγουν ενέργεια τουλάχιστον ίση με αυτή που καταναλώνουν<sup>7</sup>.

##### 2. Οδηγία 2009/28/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Οι στόχοι θα συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης της Ε.Ε. από τις εισαγωγές ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου<sup>8</sup>.

##### 3. Ανακοίνωση της Ε.Ε., της 10ης Ιανουαρίου 2007, με τίτλο: «Περιορισμός της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη σε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C - Η πορεία προς το 2020 και μετέπειτα»

Ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της Ε.Ε.

Βασικοί στόχοι:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990.

<sup>7</sup> EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EL:PDF>.

<sup>8</sup> EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 «σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EL:PDF>.

- 20% της κατανάλωσης ενέργειας της Ε.Ε. να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχοι 20-20-20<sup>9</sup>.

#### **4. Πράσινη Βίβλος για την Ενέργεια - 8.3.2006 COM(2006) 105 τελικό**

Πρόκειται για μία ενεργειακή στρατηγική για την Ευρώπη: επίτευξη ισορροπίας μεταξύ αειφόρου ανάπτυξης, ανταγωνιστικότητας και ασφάλειας του εφοδιασμού. Ενέργεια για την ανάπτυξη και θέσεις εργασίας στην Ευρώπη: ολοκλήρωση των εσωτερικών ευρωπαϊκών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου, ενοποιημένη προσέγγιση του προβλήματος της αλλαγής του κλίματος, ενθάρρυνση της καινοτομίας, συνεκτική εξωτερική ενεργειακή πολιτική<sup>10</sup>.

#### **5. Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων**

Εισάγει μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, και την πιστοποίησή της ενώ θέτει ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης. Αποτελεί τη βάση των αλλαγών για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια των κρατών-μελών<sup>11</sup>.

#### **6. Οδηγία 2001/77/ΕΚ «Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας»**

Προβλέπει μέτρα για την εγγύηση προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. και ειδικούς μηχανισμούς και ενισχύσεις για την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. Η Οδηγία θέτει Εθνικούς Ενδεικτικούς Στόχους, οι οποίοι στην Ελλάδα φθάνουν για το 2010 το 20,1%<sup>12</sup>.

<sup>9</sup> EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δικαίο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο: «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη», COM (2007) 1 τελικό, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0001:FIN:EL:PDF>.

<sup>10</sup> EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δικαίο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, «Πράσινη Βίβλος: Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια», COM (2006) 105 τελικό, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

[http://europa.eu/documents/comm/green\\_papers/pdf/com2006\\_105\\_el.pdf](http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_el.pdf).

<sup>11</sup> EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δικαίο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:EL:PDF>.

<sup>12</sup> EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δικαίο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:283:0033:0033:EL:PDF>.



## 2.2. ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται οι νόμοι, οι υπουργικές αποφάσεις, τα προεδρικά διατάγματα και το εθνικό θεσμικό πλαίσιο σχετικά με τις Α.Π.Ε., την εξοικονόμηση ενέργειας και τις επενδύσεις.

### ΑΝΑΠΤΥΞΗ-ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ

#### 1. ΝΟΜΟΣ 3908/2011 (ΦΕΚ Α' 8/1-2-11): «Ενίσχυση Ιδιωτικών Επενδύσεων για την Οικονομική Ανάπτυξη, την Επιχειρηματικότητα και την Περιφερειακή Συνοχή»

Σκοπός του νόμου αυτού είναι η προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας με τη διαμόρφωση καθεστώτων ενίσχυσης των επενδύσεων, με τα οποία βελτιώνεται η επιχειρηματικότητα, η τεχνολογική ανάπτυξη, η ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων και η περιφερειακή συνοχή και προωθούνται η πράσινη οικονομία, η αποτελεσματική λειτουργία των διαθέσιμων υποδομών και η αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού της χώρας<sup>13</sup>.

### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 2. ΝΟΜΟΣ 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85/4-6-10): «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»

Ο νέος Νόμος για τις Α.Π.Ε. διαμορφώνει ένα νέο θεσμικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε., αλλά και της ελληνικής οικονομίας γενικότερα. Με αυτόν ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των Α.Π.Ε. στην καταναλισκόμενη ενέργεια<sup>14</sup>.

#### 3. ΚΥΑ 49828/2008 (ΦΕΚ Β' 2464/3-12-08): «Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας»

Διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου. Καθιέρωση αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης μέσω κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν:

- Τη δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων Α.Π.Ε.
- Την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

<sup>13</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, Ν.3908/2011 (ΦΕΚ 8/01.02.2011/τ.Α'), «Ενίσχυση Ιδιωτικών Επενδύσεων για την Οικονομική Ανάπτυξη, την Επιχειρηματικότητα και την Περιφερειακή Συνοχή», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

<sup>14</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, Ν.3851/2010 (ΦΕΚ 85/04.06.2010/τ.Α'): «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

- Ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών<sup>15</sup>.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 4. Νόμος 3855/2010 (ΦΕΚ Α' 95/23.06.2010): «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις»

Πρόκειται για την εναρμόνιση στο εθνικό δίκαιο της κοινοτικής οδηγίας 2006/32 και προβλέπει μέτρα για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας στην τελική χρήση. Εισάγει καινοτομίες που στόχο έχουν την εξοικονόμηση ενέργειας, όπως τη θεσμοθέτηση των εταιρειών ενεργειακών υπηρεσιών και των συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης<sup>16</sup>.

### 5. ΝΟΜΟΣ 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89/19-5-08): «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις»

Εναρμονισμός της ελληνικής νομοθεσίας με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ L1 της 4.1.2003).

Ο Νόμος τροποποιήθηκε:

- Με το άρθρο 10 του Νόμου 3851/2010.
- Με το άρθρο 28 του Νόμου 3889/2010, ώστε να επεκταθεί και στην περίπτωση κτιρίων κατοικίας που προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις (4) μήνες (παραθεριστικές κατοικίες)<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, ΚΥΑ 49828/2008 (ΦΕΚ 2464/03.12.2008/τ.Β'): «Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

<sup>16</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, Ν.3855/2010 (ΦΕΚ 95/23.06.2010/τ.Α'): «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

<sup>17</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, Ν.3661/2008 (ΦΕΚ 89/19.05.2008/τ.Α'): «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

### 2.2.1. ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ 3661/2008 ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Σύμφωνα με το Ν.3661/2008 με τον οποίο ενσωματώθηκε στην Ελληνική νομοθεσία η Οδηγία 2001/91/ΕΚΣ, επεκτάθηκε και στη χώρα μας η εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 2001/91/ΕΚ που προβλέπει μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα νέα κτίρια και έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) κάθε κτιρίου που θα πωλείται ή ενοικιάζεται! Το ενεργειακό πιστοποιητικό θα εκδίδεται από ειδικό σώμα ενεργειακών επιθεωρητών με δαπάνες του ενδιαφερόμενου ιδιοκτήτη, με δεκαετή ισχύ. Στα κτίρια πολυκατοικιών και μεγάρων με κοινόχρηστο σύστημα θέρμανσης προβλέπεται ότι θα μπορεί να διενεργείται κοινή ενεργειακή πιστοποίηση ολοκλήρου του κτιρίου, η δε δαπάνη έκδοσής του θα βαρύνει όλους τους συνιδιοκτήτες κατά τα ποσοστά συγκυριότητας εκάστου. Επίσης με το νόμο καθιερώνεται και η υποχρεωτική περιοδική επιθεώρηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού των κτιρίων.

#### Υφιστάμενα κτίρια

1. Στα κτίρια ανεξαρτήτως εμβαδού που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοση τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό. Οι απαιτήσεις αυτές θεσπίζονται είτε για το ανακαινιζόμενο κτίριο ως σύνολο είτε μόνο για τις ανακαινιζόμενες εγκαταστάσεις ή τα δομικά στοιχεία αυτού, εφόσον αποτελούν μέρος ανακαίνισης που πρέπει να ολοκληρωθεί μέσα σε περιορισμένο χρονικό διάστημα, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου."

2. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται για κάθε νέο κτίριο, καθώς και για κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, όπως προβλέπεται στα άρθρα 4 και 5 αντίστοιχα του ν.3661/2008.

3. Η ενεργειακή επιθεώρηση για την πιστοποίηση των κτιρίων και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) εφαρμόζεται στις περιπτώσεις του άρθρου 6 του ν.3661/08 από την Έναρξη Ισχύος της παρούσας, εκτός από την περίπτωση α) της μίσθωσης κτιρίων, για την οποία η Έναρξη Ισχύος ορίζεται σε εννέα (9) μήνες από τη δημοσίευση της παρούσας απόφασης στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και β) της πώλησης κτιρίων, για την οποία η έναρξη ισχύος ορίζεται σε έξι (6) μήνες από τη δημοσίευση της παρούσας απόφασης στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Για την περίπτωση κτιρίων για τα οποία έχει εκδοθεί οικοδομική άδεια πριν από τη Έναρξη Ισχύος της παρούσας απόφασης, αλλά η κατασκευή τους ολοκληρώνεται μετά την Έναρξη Ισχύος της παρούσας δεν ισχύει η υποχρέωση διενέργειας ενεργειακής επιθεώρησης και έκδοσης ΠΕΑ, πέραν των περιπτώσεων αγοροπωλησίας ή μίσθωσης.

4. Η Ενεργειακή Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις του άρθρου 7 του ν.3661/08 και αφορά στη συνολική ωφέλιμη εγκατεστημένη ονομαστική θερμική ισχύ του κτιρίου.

5. Η Ενεργειακή Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού εφαρμόζεται στις περιπτώσεις του άρθρου 8 του ν.3661/08 και αφορά στη συνολική ωφέλιμη εγκατεστημένη ονομαστική ψυκτική/θερμική ισχύ του κτιρίου."

**Εξαιρούνται από την υποχρέωση έκδοσης ενεργειακού πιστοποιητικού:**

α) Κτίρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας τους, εφόσον η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις του παρόντος νόμου θα αλλοίωνε, κατά τρόπο μη αποδεκτό, το χαρακτήρα ή την εμφάνιση τους.

β) Κτίρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων.

γ) Μη μόνιμα κτίρια που, με βάση το σχεδιασμό τους, η διάρκεια της χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εργαστήρια, κτίρια αγροτικών χρήσεων – πλην κατοικιών – με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις, και όμοια κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από σχετική εθνική συμφωνία που αφορά την ενεργειακή απόδοση κτιρίων.

δ) Υφιστάμενα κτίρια κατοικιών τα οποία προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις (4) μήνες κάθε έτος.

ε) Αυτοτελή κτίρια, ή και μέρη κτιρίων (κύριοι χώροι) με συνολική επιφάνεια κάτω των πενήντα (50)τ.μ.

**Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) κτιρίων σε πωλήσεις/ μισθώσεις ακινήτων**

Το άρθρο 14 του ΚΕΝΑΚ ορίζει για το θέμα αυτό τα εξής:

1. Το ΠΕΑ απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου.

2. Στο ΠΕΑ αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

3. 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 δε θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον ΠΕΑ.

## 2.2.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

1. Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.
2. Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.
3. Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης).
4. Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

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

- α) Στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στον σχεδιασμό του, στο κτιριακό κέλυφος και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις 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.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά σε όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50τ.μ., νέα ή υφιστάμενα που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των 50τ.μ. ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και σε όλα τα κτίρια του δημόσιου & ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τέθηκε σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011.

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. Η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της, αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής, που θα ενταχθεί σε Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΥΠΕΚΑ, επιθεωρεί το κτίριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς.

Ο έλεγχος για την ορθή εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου γίνεται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, που συγκροτείται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης & Ενέργειας του ΥΠΕΚΑ και στελεχώνεται με υπαλλήλους του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας<sup>18</sup>.

### 2.2.3. ΑΝΑΝΕΩΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ» ΜΕ ΕΥΝΟΪΚΟΥΣ ΌΡΟΥΣ

Πρόκειται για συγχρηματοδοτούμενο Πρόγραμμα που παρέχει κίνητρα στους πολίτες προκειμένου να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση του σπιτιού τους, εξοικονομώντας χρήματα και ενέργεια και αυξάνοντας την αξία του.

Οι κατοικίες που είναι δυνατόν να χρηματοδοτηθούν είναι επιλέξιμες κατοικίες, που ικανοποιούν αποκλειστικά τα ακόλουθα κριτήρια:

- Βρίσκονται σε περιοχές με τιμή ζώνης χαμηλότερη ή ίση των 2.100€/τ.μ.
- Έχουν καταταχθεί βάσει του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Δ.

Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό ιδιοκτησιών ανά πολίτη, ενώ στις πολυκατοικίες όσοι από τους ιδιοκτήτες δεν επιθυμούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα μπορούν να συμμετέχουν με ίδια κεφάλαια. Επίσης, εντάσσονται κενά διαμερίσματα που κατοικούνταν εντός των τελευταίων τριών ετών.

Προβλέπεται δυνατότητα λήψης 4/5/6ετούς δανείου, με ή χωρίς εγγυητή, χωρίς προσημείωση ακινήτου, δυνατότητα άμεσης αποπληρωμής του δανείου χωρίς επιβαρύνσεις, καθώς και εξόφληση των προμηθευτών/ αναδόχων μέσω της τράπεζας χωρίς την εμπλοκή του πολίτη. Με την υπαγωγή στο πρόγραμμα παρέχεται προκαταβολή 40% του προϋπολογισμού της αίτησης.

Για την ένταξη στο Πρόγραμμα απαιτείται η διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων (πριν και μετά τις παρεμβάσεις), το κόστος των οποίων καλύπτεται κατά 100% από το Πρόγραμμα, μετά την επιτυχή υλοποίηση του έργου.

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από τις παρεμβάσεις του προγράμματος πρέπει να αντιστοιχεί σε αναβάθμιση μιας ενεργειακής κατηγορίας ή στο 30% της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς.

<sup>18</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825 (ΦΕΚ 407/09.04.2010/τ.Β'): «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

**Πίνακας 1: Ποιος μπορεί να ενταχθεί στο Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» – Με ποια κίνητρα;**

Κατηγορία Ωφελούμενων	A1	A2	B
<b>Ατομικό Εισόδημα</b>	A.E. ≤ 12.000€	12.000€ < A.E. ≤ 40.000€	40.000€ < A.E. ≤ 60.000€
<b>Οικογενειακό Εισόδημα</b>	O.E. ≤ 20.000€	20.000€ < A.E. ≤ 60.000€	60.000€ < O.E. ≤ 80.000€
<b>Κίνητρο</b>	70% Επιχορήγηση 30% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)	35% Επιχορήγηση 65% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)	15% Επιχορήγηση 85% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)

Οι επιλέξιμες παρεμβάσεις αφορούν σε:

1. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος / στέγης και της πιλοτής (συμπεριλαμβάνονται πρόσθετες εργασίες όπως αποξηλώσεις και αποκομιδή, επεμβάσεις στη στέγη π.χ. αντικατάσταση κεραμιδιών, κτλ).
2. Αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης (εξώπορτα κτηρίου, κουφώματα κλιμακοστασίου, παντζούρια, ρολά, τέντες, κτλ).
3. Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης (συμπ. αντικατάσταση εξοπλισμού του λεβητοστασίου και του δικτύου διανομής, τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα, συστήματα ελέγχου και αυτονομίας θέρμανσης κτλ).

Για την υλοποίηση των παρεμβάσεων δεν απαιτείται αδειοδότηση, ούτε καν έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, εκτός πολύ ειδικών περιπτώσεων.

Ο μέγιστος επιλέξιμος προϋπολογισμός των παρεμβάσεων, συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α. (που αποτελεί επιλέξιμη δαπάνη για το Πρόγραμμα) δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 15.000€ ανά ιδιοκτησία<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, ΚΥΑ Φ.Β1/Ε2.1/244/6 (ΦΕΚ 54/26.01.2011/τ.Β'): «Προκήρυξη του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' οίκον», που θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007 – 2013», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>.

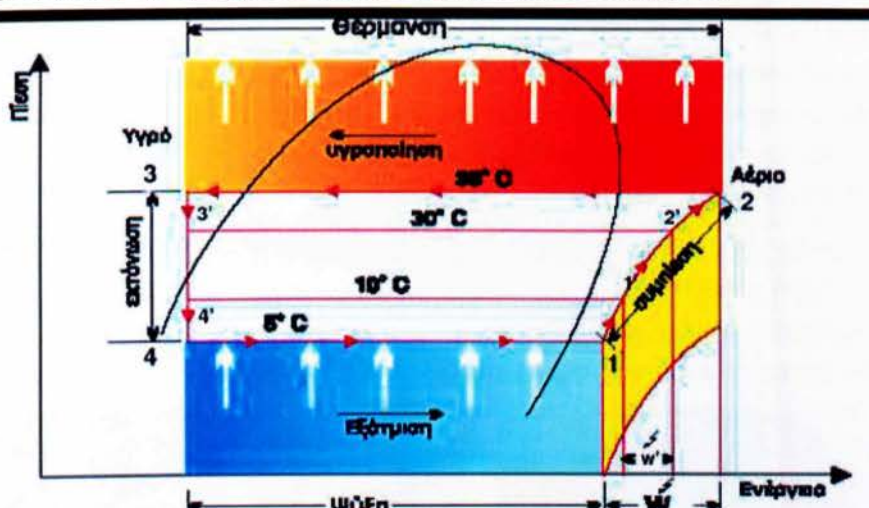
### 3. ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

#### 3.1. ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αντλία θερμότητας έχει την ικανότητα να παράγει θερμική ενέργεια  $Q$ , η οποία εξαρτάται από τρεις συνιστώσες: τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, την επιθυμητή θερμοκρασία ρευστού εισαγωγής στο σύστημα απόδοσης – απώλησης θερμότητας στον κλιματιζόμενο χώρο και την ισχύ του συμπιεστή της αντλίας θερμότητας.

Από πειραματικές μετρήσεις προέκυψε ότι ο συντελεστής απόδοσης μίας αντλίας θερμότητας (COP)<sup>20</sup> εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι των οποίων είναι:

- Η διαφορά θερμοκρασίας ( $\Delta T$ ) μεταξύ παραγόμενου από την αντλία θερμότητας θερμικού ρευστού και της πηγής θερμότητας (που είναι δυνατόν να είναι ο περιβάλλων αέρας ή κάποια φυσική υδάτινη μάζα). Δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας συμπυκνωτή και εξατμιστή. Όσο χαμηλότερες τιμές λαμβάνει η διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T$ , τόσο υψηλότερος είναι ο συντελεστής απόδοσης COP.
- Η σταθερότητα θερμοκρασίας της πηγής θερμότητας, καθώς και η τιμή αυτής, ιδιαίτερα στο μεταξύ διάστημα θερμοκρασιών  $0^{\circ}\text{C}$  και  $30^{\circ}\text{C}$ .



Σχήμα 1: Διάγραμμα λειτουργίας με ψυκτικό υγρό φρέον

Στο ανωτέρω διάγραμμα αποτυπώνονται δύο ψυκτικοί κύκλοι<sup>21</sup>. Ο κύκλος 1,2,3,4,1 αφορά θερμοκρασία εξάτμισης  $5^{\circ}\text{C}$  και θερμοκρασία συμπύκνωσης  $35^{\circ}\text{C}$ , ενώ ο κύκλος 1',2',3',4',1' αναφέρεται σε θερμοκρασίες εξάτμι-

<sup>20</sup> «Η ποιότητα της αντλίας θερμότητας χαρακτηρίζεται από το "συντελεστή συμπεριφοράς (επίδοσης)" COP, [COP<sub>ΑΘ</sub> = Coefficient of Performance]  $\text{COP}_{\text{ΑΘ}} = \frac{Q}{W} = \frac{Q_2}{Q_2 - Q_1}$ »

κατά τον Μιχάλη Γρ. Βραχόπουλο, Ψυκτικές Διατάξεις, σσ. 176-184, 533-534

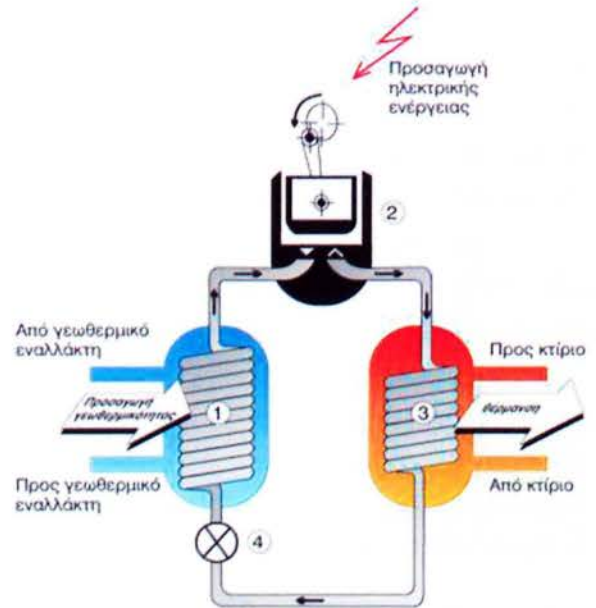
<sup>21</sup> Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, Ψυκτικές Διατάξεις, σσ. 176-184, 533-534



σης και συμπύκνωσης  $10^{\circ}\text{C}$  και  $30^{\circ}\text{C}$  αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι η ηλεκτρική κατανάλωση στον δεύτερο ψυκτικό κύκλο  $w'$  είναι σχεδόν η μισή του πρώτου ψυκτικού  $w$ , ενώ η παραγόμενη ενέργεια θέρμανσης ή ψύξης δεν ελαττώνεται σε σημαντικό ποσοστό.

Για αυτόν τον λόγο η απόδοση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σε συνδυασμό με ενδοδαπέδια ή επιτοιχία θέρμανση έχει σημαντικά υψηλότερη απόδοση λειτουργίας.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αποδοτική χρήση αντλιών θερμότητας είναι η εξασφάλιση κατάλληλης πηγής θερμότητας, με παροχή θερμικής ενέργειας σταθερής ισχύος και σταθερής θερμοκρασίας σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της.



**Σχήμα 2: Σχηματική παράσταση γεωθερμικού συστήματος θέρμανσης-ψύξης**

Για την εξασφάλιση της πηγής αυτής υπάρχουν τέσσερις επιλογές για μία κριριακή εγκατάσταση:

- Οι αέριες μάζες που περιβάλλουν το κτίριο.
- Οι τυχόν υπάρχουσες επιφανειακές υδάτινες μάζες.
- Οι τυχόν υπάρχουσες υπόγειες υδάτινες μάζες.
- Οι υπεδαφικές μάζες.

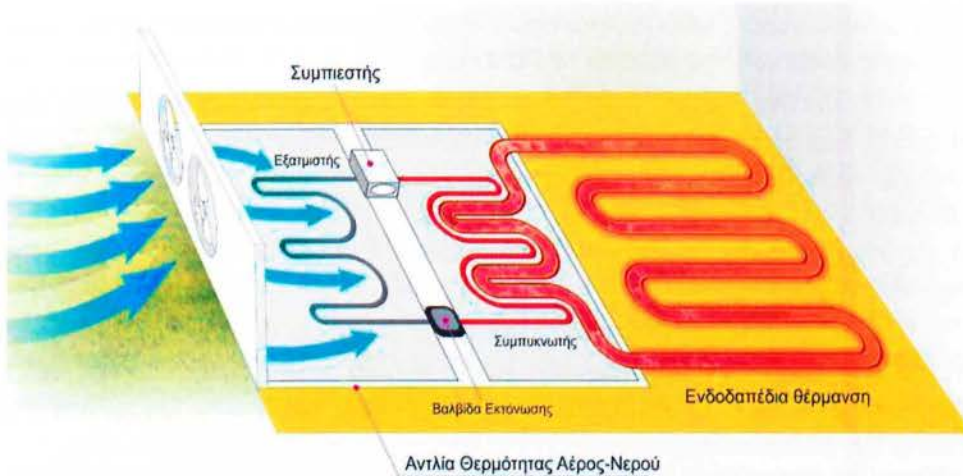
Οι επιλογές αυτές διαχωρίζουν τις αντλίες θερμότητας σε τεχνολογίες όπως:

- Αέρα – νερού,
- Νερού – νερού και
- Άμεσης εκτόνωσης, αέρα – αέρα<sup>22</sup>.



**Σχήμα 3: Είδη αντλιών θερμότητας (αέρος – νερού και νερού – νερού)**

<sup>22</sup> Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, *Ψυκτικές Διατάξεις*, σσ. 178



**Σχήμα 4: Αντλία θερμότητας αέρα-νερού**

Η εγκατάσταση αντλιών θερμότητας αέρα – νερού με χρήση αέριων μαζών είναι κατασκευαστικά η πλέον εύκολη λύση. Δυστυχώς όμως, η υψηλή αστάθεια της θερμοκρασίας τους έχει ως συνέπεια τον χαμηλό ετήσιο συντελεστή απόδοσης της αντλίας θερμότητας συγκρινόμενο με αυτόν των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας νερού (νερού – νερού).

Επίσης, στις εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας άμεσης εκτόνωσης (αέρα - αέρα), η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα (υγρασία, σκόνη, οξυγόνο, όξινα συστατικά) δημιουργεί αυξημένα έξοδα συντήρησης της εγκατάστασης, ενώ παράλληλα τα εξαρτήματα τροφοδοσίας αέρα επιβαρύνουν το κτίριο από πλευράς χώρου και αισθητικής. Εξάλλου, η δημιουργία πάγου στους ατμοποιητές τον χειμώνα και η αδυναμία του περιβάλλοντα αέρα να απορροφά και να αποθηκεύει την απορριπτόμενη ψυκτική ή θερμική ενέργεια της εγκατάστασης δημιουργεί λειτουργικά προβλήματα και μειώνει την απόδοση της αντλίας θερμότητας κατά τη διάρκεια ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων.

Στις περιπτώσεις αντλιών θερμότητας νερού – νερού (β), (γ) και (δ) χρησιμοποιούνται υδάτινες μάζες για τη μεταφορά της θερμότητας από την πηγή στην αντλία θερμότητας. Οι συσκευές αυτές είναι σχεδιασμένες να δέχονται υδάτινες μάζες αντί αέρα και διαθέτουν απλούστερη κατασκευή. Εξάλλου, το νερό έναντι του αέρα, παρουσιάζει σαφή πλεονεκτήματα ως φορέας θερμότητας, ιδίως λόγω της υψηλότερης θερμοχωρητικότητας του και της σταθερής πυκνότητας του.

Το μειονέκτημα των υδάτινων μαζών είναι ότι σπάνια βρίσκονται διαθέσιμες σε άμεση γεινίαση με το κτίριο σε ποσότητες επαρκείς ώστε να παρέχουν την απαιτούμενη θερμική ενέργεια. Ιδιαίτερα στην περίπτωση (β) των επιφανειακών υδάτων, στην Ελλάδα, βρίσκεται σε επαρκείς παροχές κοντά σε κτίρια εξαιρετικά σπάνια και μόνο όταν αυτά είναι κτισμένα παράκτια ή παρόχθια είναι δυνατή η προμήθεια θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από το θαλασσινό ή λιμναίο νερό. Επειδή όμως, τα επιφανειακά νερά υπόκεινται, κατά τη διάρκεια του έτους, σε θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και λόγω της αλμυρότητας του

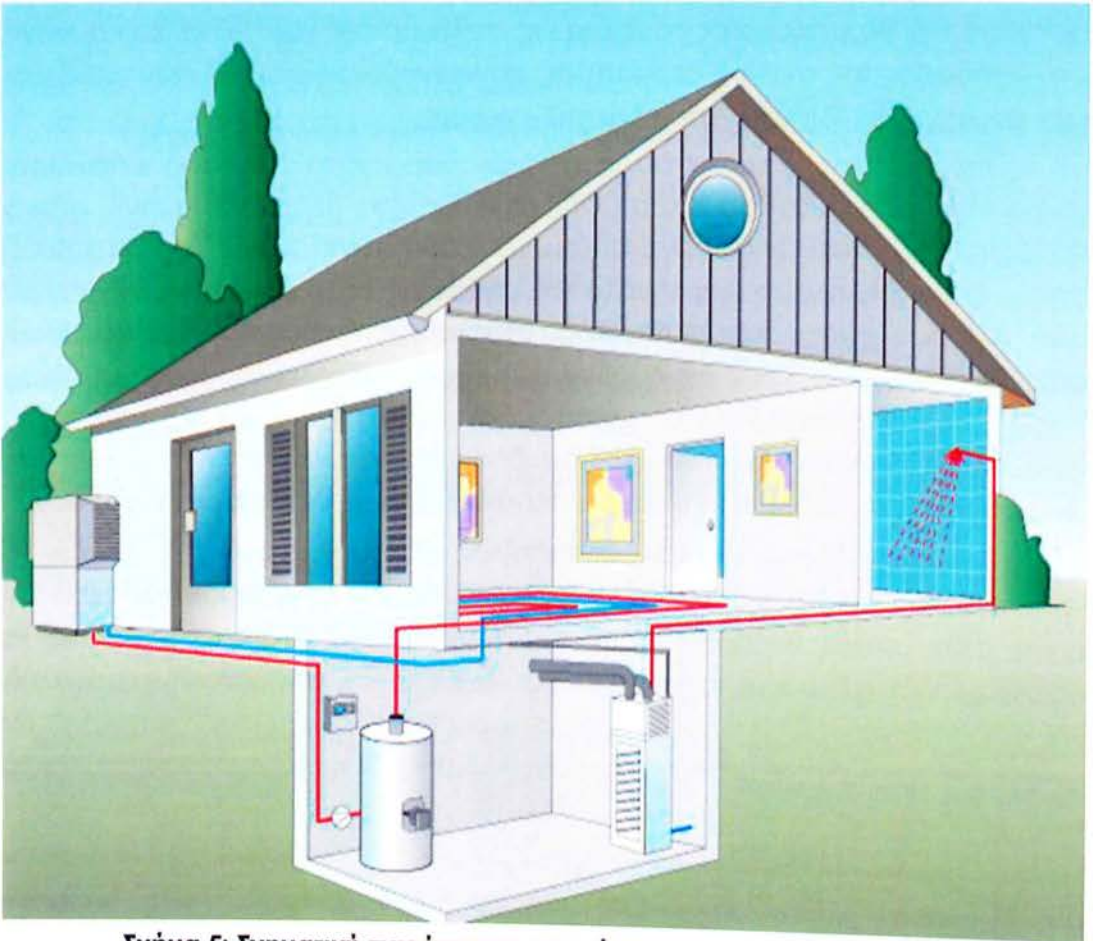
θαλασσινού νερού, απαιτούνται δαπανηροί εναλλάκτες θερμότητας και ανθεκτικοί στη διαβρωτική επίδραση των αλάτων.

Τα υπόγεια ύδατα αποτελούν τη βέλτιστη λύση για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών ενός κτιρίου με αντλία θερμότητας, αρκεί να υπάρχει διαθεσιμότητα μίας ελάχιστης σταθερής παροχής. Αυτό ισχύει, διότι τα υπόγεια ύδατα διατηρούν σε όλη τη διάρκεια του έτους θερμοκρασία σταθερή ή σχεδόν σταθερή. Το θερμικό περιεχόμενό τους είναι ηλιακής και γήινης προέλευσης.

Στην περίπτωση όπου αντλείται μάζα υπόγειου ύδατος από πηγάδι ή γεώτρηση, χαμηλής έστω παροχής  $5\text{m}^3/\text{h} = 1,38\text{kg}/\text{sec}$ , θερμοκρασίας  $18^\circ\text{C}$ , οδηγείται στον ατμοποιητή της αντλίας θερμότητας και υποστεί ψύξη κατά  $5^\circ\text{C}$  ( $18-13^\circ\text{C}$ ), αποδίδει θερμική ισχύ<sup>23</sup>:

$$\dot{Q}_d = \dot{m} * C_p * \Delta T = 1,38\text{kg}/\text{sec} * 4,18\text{kJ}/\text{kgK} * 5\text{K} = 29\text{kW}$$

Η ισχύς αυτή επαρκεί για τη θέρμανση κτιρίου με θερμαινόμενους χώρους εμβαδού μεταξύ  $250-500\text{m}^2$  περίπου.



**Σχήμα 5: Σχηματική παράσταση εγκατάστασης αντλίας θερμότητας**

<sup>23</sup> Για τον τύπο που αποδίδει τη θερμική ισχύ ισχύει:

$C_p$ : Η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού ( $=4,18\text{kJ}/\text{kgK}$ )

$\Delta T = T_a - T_r$ : Η διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής θερμοκρασίας ( $^\circ\text{K}$ ) κατά τον Μιχάλη Γρ. Βραχόπουλο, *Ψυκτικές Διατάξεις*, σσ. 36

Στην περίπτωση όπου χρησιμοποιηθούν συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, π.χ. 40-50°C και διατίθεται για την αντλία θερμότητας θερμική πηγή θερμοκρασίας 17-20°C, όπως παρατηρείται στην Ελλάδα με τις υπεδαφικές θερμοκρασίες (σε βάθος 0-150m), είναι δυνατόν να επιτευχθεί συντελεστής απόδοσης αντλίας θερμότητας υψηλότερος από 500% τιμή αισθητά υψηλότερη από τις αντίστοιχες στην Ελβετία ή στην Αυστρία, όπου οι υπεδαφικές θερμοκρασίες είναι της τάξης των 8-12°C.

Τέλος στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα υπόγεια ύδατα, το ρευστό που κυκλοφορεί στο κλειστό κύκλωμα ενός γεωθερμικού εναλλάκτη είναι αυτό που συνδέεται με την αντλία θερμότητας και λειτουργεί ως μεταφορέας θερμότητας από το υπέδαφος στον ατμοποιητή.

Οι αντλίες θερμότητας παρουσιάζουν ιδιαίτερα οικονομική λειτουργία καθώς χρησιμοποιούν τη θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος για την απόδοση του θερμικού ή ψυκτικού τους έργου.

Ο βαθμός αποδοτικότητας COP κυμαίνεται μεταξύ 2,5~5 ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και ερμηνεύεται ως εξής: Για κάθε 1kW καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος, αποδίδονται 2,5~5kW θερμικού ή ψυκτικού φορτίου.

Στο παρελθόν το αδύνατο σημείο των αντλιών θερμότητας ήταν η μειωμένη απόδοση τους, σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες, όπου λόγω της μειωμένης συναλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον, μειώνονταν η απόδοσή τους. Το ζήτημα όμως αυτό έχει λυθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας Inverter<sup>24</sup>. Χάρη στην ευελιξία λειτουργίας των κινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων σε μεταβαλλόμενο εύρος στροφών επιτυγχάνεται:

- Μέγιστη απόδοση συστήματος.
- Βελτιωμένη θερμοκρασιακή άνεση και
- Σημαντικά χαμηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> «Ο αντιστροφείας (επίσης μετατροπέας ή αναστροφείας) (inverter) είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη. Ο αντιστροφείας είναι δυνατόν να υπάρχει ως αυτόνομη ηλεκτρονική συσκευή, ή ως βαθμίδα άλλης ηλεκτρονικής συσκευής. Ως αυτόνομη συσκευή, χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων, αυτόνομα συστήματα ενέργειας με συσσωρευτές, και όπου αλλού χρειάζεται να μετατρέψουμε συνεχή τάση 12 V ή 24 V (συνηθέστερες τιμές), σε εναλλασσόμενη 220 V. Ως τελική βαθμίδα, υπάρχει στα UPS (συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος). Η κυριότερη διάκριση των αντιστροφέων όσον αφορά τη χρήση τους σε εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. είναι σε αντιστροφείς "διασυνδεδεμένων συστημάτων" και "αυτόνομων συστημάτων". Όσον αφορά την τεχνολογία κατασκευής αντιστροφέων "αυτόνομων συστημάτων", η κυριότερη διάκριση είναι ανάμεσα σε αντιστροφείς "καθαρού ημιτόνου" και "τροποποιημένου ημιτόνου". Οι μετατροπείς καθαρού ημιτόνου έχουν υψηλότερο κόστος αλλά επιτυγχάνουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης, είναι συμβατοί με όλες τις συσκευές και έχουν γενικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.» κατά την ηλεκτρονική εγκυκλοπαιδεία Wikipedia the free Encyclopedia, *Power Inverter*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_inverter](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_inverter)

<sup>25</sup> Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, *Ψυκτικές Διατάξεις*, σσ. 173-206

### 3.2. ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΈΝΑΝΤΙ ΛΕΒΗΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΥ

Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται συγκρίσεις κόστους λειτουργίας συστήματος θέρμανσης με αντλία θερμότητας έναντι συστημάτων θέρμανσης με καυστήρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

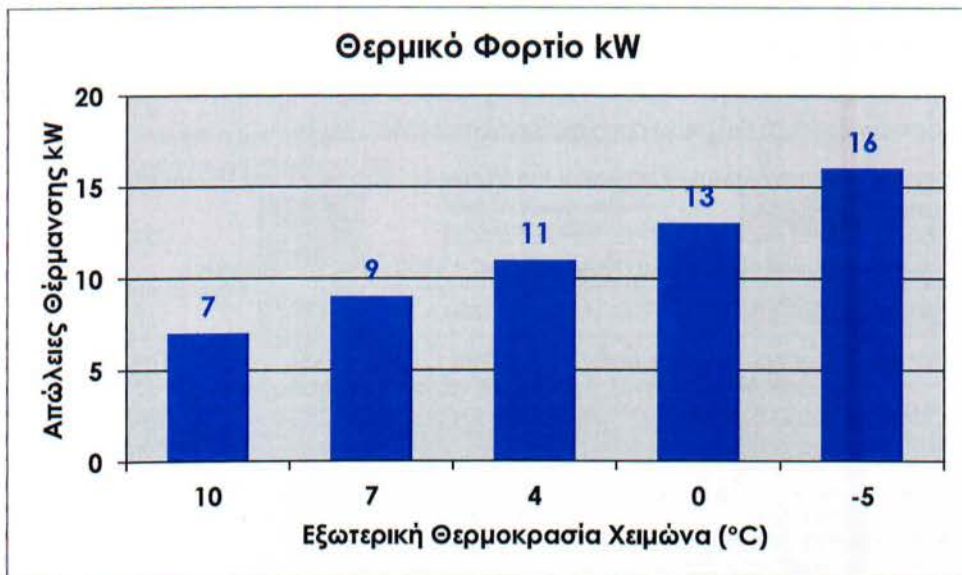
**A)** Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι παραδοχές που υπολογίζονται για να πραγματοποιηθεί η σύγκριση του κόστους λειτουργίας των διαφόρων συστημάτων θέρμανσης.

Για τη διαστασιολόγηση των φορτίων λήφθηκε υπόψη μονοκατοικία ή διαμέρισμα επιφάνειας 100τ.μ. με καλή θερμομόνωση. σε περιοχή των Βορείων Προαστίων της Αθήνας με κλιματολογικές συνθήκες χειμώνα από 10°C μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία & -5°C ελάχιστη εξωτερική.

**Πίνακας 2: Τιμολόγια ενεργειακών αγαθών**

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΓΑΘΩΝ			
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΗ)	0,11257	€/kWh	Για την χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιήθηκε το τιμολόγιο Οικιακής Χρήσης (Γ1) για κατανάλωση > από 1600kWh, καθώς θεωρούμε ότι οι πρώτες 800kWh αφορούν τις άλλες ηλεκτρικές καταναλώσεις της κατοικίας (φωτισμό, κουζίνα κ.α.)
Κόστος Ενέργειας Πετρελαίου	0,6	€/lt	Η μέση τιμή αγοράς του πετρελαίου για την θέρμανση εκτιμάται ότι για την χειμερινή περίοδο 2005-2006 θα είναι 0,6€/λίτρο
Κόστος Ενέργειας Φυσικού Αερίου (ΕΠΑ)	0,042958	€/kWh	Με βάση την τιμολογιακή πολιτική της ΕΠΑ Αττικής, η χρέωση της ενέργειας του φυσικού αερίου για τη θέρμανση είναι αναπροσαρμοζόμενη συνεχώς σε 2μηνη βάση ώστε να είναι 20% χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης

Στον ακόλουθο πίνακα απεικονίζεται το προφίλ των θερμικών απωλειών της κατοικίας σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία:



Σχήμα 6: Θερμικά φορτία ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία

Ο βαθμός αποδοτικότητας COP των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας είναι μεταβαλλόμενος ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αντίθετα ο βαθμός απόδοσης  $\eta$  ενός λέβητα πετρελαίου ή αερίου είναι σταθερός και κυμαίνεται από 0,8~0,9. Στον ακόλουθο πίνακα απεικονίζεται η αποδοτικότητα των συστημάτων με βάση την εξωτερική θερμοκρασία:

Πίνακας 3: Αποδοτικότητα συστημάτων με βάση την εξωτερική θερμοκρασία

Εξωτερική Θερμοκρασία °C	10	7,0	4,0	0	-5
COP Αντλ.Θερμ.*	3,6	3,3	3,0	2,6	2,4
$\eta$ Λέβητα	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

\* Με χρήση της τεχνολογίας inverter οι αντλίες θερμότητας προσεγγίζουν COP 4~5 που σε μερικό φορτίο μπορεί να φθάσει μέχρι και 10.

Με βάση την αποδοτικότητα των συστημάτων και τις απώλειες της εξεταζόμενης κατοικίας διαμορφώνεται η ωριαία κατανάλωση:

Πίνακας 4: Ωριαία κατανάλωση με βάση την αποδοτικότητα των συστημάτων και τις απώλειες της κατοικίας

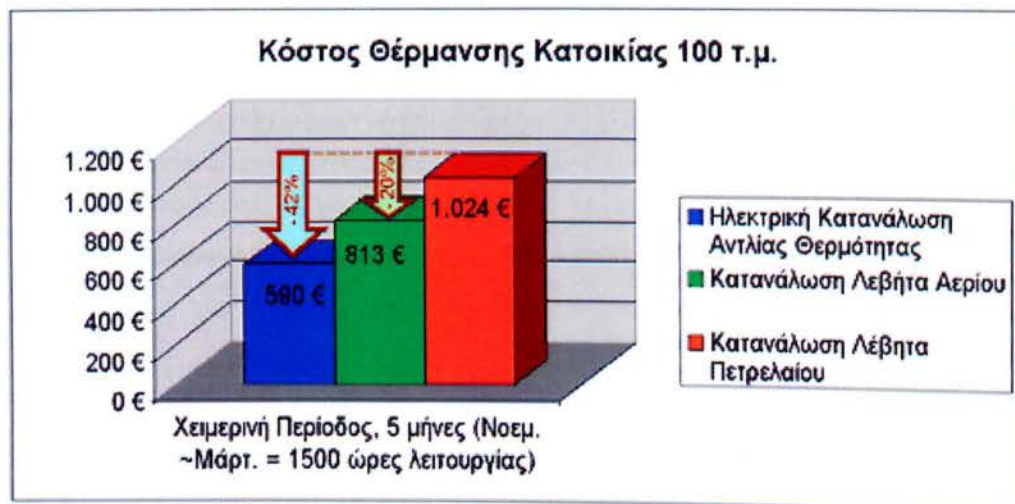
Εξωτερική Θερμοκρασία °C	10	7	4	0	-5
Ωριαία Ηλεκτρική Κατανάλωση	0,22	0,31	0,41	0,56	0,75
Ωριαία Κατανάλωση Αερίου	0,37	0,47	0,58	0,68	0,84
Ωριαία Κατανάλωση Πετρελαίου	0,46	0,60	0,73	0,86	1,06

Για τον υπολογισμό του ετήσιου κόστους λειτουργίας της θέρμανσης θεωρήθηκε ότι το σύστημα θέρμανσης θα λειτουργεί για 5 μήνες από Νοέμβριο έως Μάρτιο, σε 18ώρη λειτουργία (από τις 06<sup>00</sup> έως 24<sup>00</sup>) που ισοδυναμεί με 10 ώρες λειτουργίας σε πλήρες φορτίο.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η κατανάλωση ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου<sup>26</sup>

**Πίνακας 5: Κατανάλωση ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου**

Χειμερινή Περίοδος, 5 μήνες (Νοεμ. ~Μάρτ. = 1500 ώρες λειτουργίας)						
Εξωτερική Θερμοκρασία °C	10	7	4	0	-5	
Προφίλ Θερμοκρασιών Χειμώνα	22%	25%	30%	15%	8%	100%
Ηλεκτρική Κατανάλωση Αντλίας Θερμότητας	72	115	186	127	90	590€
Κατανάλωση Λέβητα Αερίου	121	177	260	154	101	813€
Κατανάλωση Λέβητα Πετρελαίου	153	223	327	194	127	1.024€



**Σχήμα 7: Κόστος θέρμανσης κατοικίας**

<sup>26</sup> Οικονομοτεχνική μελέτη για ΖΝΧ με Α/Θ (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.smhbe.gr/el/EDE19A46/!Track/](http://www.smhbe.gr/el/EDE19A46/!Track/)

**B)** Παρατίθεται επίσης μία οικονομοτεχνική μελέτη και εφαρμογής της εταιρείας Carrier για ξενοδοχείο στη Βόρεια Ελλάδα, για παραγωγή ζεστών νερών χρήσης. Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά την κάλυψη σε ζεστό νερό μίας ξενοδοχειακής μονάδας συνολικής δυναμικότητας 210 ατόμων, με απαιτήσεις κατανάλωσης σε νερό 8.400lt/ημέρα.

#### Πίνακας 6: Εκτίμηση μέσης ημερήσιας κατανάλωσης Ζεστού Νερού Χρήσης

Εκτίμηση μέσης ημερήσιας κατανάλωσης ΖΝΧ :

ΔΩΜΑΤΙΑ	105	Συνολικός Αριθμός Ατόμων :	210,00	Άτομα
Άτομα / Δωμάτιο	2	Συνολικός Αριθμός Lt / Ημέρα :	12.600,00	lt/ημέρα
lt/Ατομο	60			
ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ (ΚΟΥΖΙΝΑ, κ.τ.λ)				
ΑΡ.ΑΤΟΜΩΝ	210	Συνολικός Αριθμός Lt / Ημέρα :	8.400,00	lt/ημέρα
lt/Ατομο	40			

#### Πίνακας 7: Υπολογισμός δαπάνης για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης

Ημερήσια Συνολική Απαιτηση Παραγωγής ΖΝΧ	21.000,00	lt/24h
Θερμοκρασία νερού πώλεως	18,00	oC
Επιθυμητή Θερμοκρασία νερού χρήσης (Για προστασία από Λεγεωνέλα)	45,00	oC
Διαφορά Θερμοκρασίας (Επιθυμητή - Νερού Πώλεως)	27,00	oC
Απαιτούμενη ενέργεια για την θέρμανση του νερού ημερησίως (lt X ΔΤ)	567.000,00	Kcal/24h
Προσάυξηση λόγω απωλειών ανακυκλοφορίας (10%)	623.700,00	Kcal/24h
Μετατροπή σε Kw (Kcal / 860 )	725,23	Kw / 24h
Χωρητικότητα αποθήκης ΖΝΧ σε Boilers ΔΩΜΑΤΙΑ X	60	LT
	6.300,00	lt
Απαιτούμενο Θερμικό φορτίο για ανάκτηση του 60 % της ποσότητας του νερού μετά από αιχμή (lt X 0,6 X ΔΤ X 1 ώρα / 860 )	118,67	Kw
Απόδοση αντλίας θερμότητας carrier-toshiba (αποδοδόμενη ισχύς στην θέρμανση)	102,50	Kw / h
Απαιτούμενες ώρες λειτουργίας αντλίας θερμότητας ημερησίως (Απαιτούμενα/αποδιδόμενα Kw)	7,08	h
Αποροφούμενη ισχύς αντλίας θερμότητας (από τεχνικά χαρακτηριστικά)	27,70	Kw / h
Ημερήσια Ηλεκτρική κατανάλωση	195,99	Kwh
Μηνιαία ηλεκτρική κατανάλωση	5.879,69	Kwh
Διάρκεια Περιόδου Λειτουργίας Εγκατάστασης	12,00	Μήνες
Ηλεκτρική κατανάλωση (σε όλη λειτουργία ξενοδοχείου)	70.556,28	Kwh
Τιμή χρέωσης Kwh από ΔΕΗ	0,15	€/Kw
Δαπάνη για την παραγωγή του παραπάνω ΖΝΧ	10.583,44	€

#### Πίνακας 8: Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου/σύγκριση/απόσβεση επένδυσης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ / ΣΥΓΚΡΙΣΗ / ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Ημερήσια κατανάλωση πετρελαίου (με λέβητα) για την ίδια ποσότητα ζεστού νερού (10.100 Kcal μας δίνουν 1 lt ζεστό νερό )	61,75	lt/ημέρα
Συνολική κατανάλωση πετρελαίου κίνησης για την ορισθείσα περίοδο	22.230,89	lt
Τιμή πετρελαίου κίνησης	1,10	€
Αξία κατανάλωσης πετρελαίου για την ορισθείσα περίοδο λειτουργίας	24.453,98	€
Αξία κατανάλωσης με Αντλία Θερμότητας	10.583,44	€
Διαφορά κόστους των δύο λύσεων	13.870,54	€
Αξία προτεινόμενης λύσης με αντλία θερμότητας	26.800,00	€
Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης	1,93	ετη

Από τα στοιχεία που προσκομίζονται, διαπιστώνεται ότι η παραγωγή θερμού νερού με αντλία θερμότητας έναντι της επιλογής με λέβητα πετρελαίου είναι μία συμφέρουσα οικονομικά επιλογή, η οποία αποσβένεται σε διάστημα 1,93 ετών<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Σύγκριση κόστους λειτουργίας συστημάτων θέρμανσης, (n.d.) διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.carriergreek.com/news/energy\\_analysis.htm](http://www.carriergreek.com/news/energy_analysis.htm)



### 3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι αντλίες θερμότητας από μόνες τους δεν κάνουν θαύματα. Ο μελετητής εγκαταστάτης πρέπει να γνωρίζει καλά τον τρόπο δόμησης και εγκατάστασης ενός συστήματος θέρμανσης – ψύξης με αντλία θερμότητας ώστε να λάβει τη μέγιστη δυνατή απόδοση.

Είναι πιθανόν οι αντλίες ή τα συστήματα με υψηλό συντελεστή COP να μην αποδώσουν την προσδοκώμενη εξοικονόμηση ενέργειας που θα απόσβενε το κόστος εγκατάστασης.

Μεταξύ μίας μεγάλης λίστας ενεργειακών εφαρμογών που έχει κάνει η *carpediem* τα τελευταία έτη, το ευρύτερο τμήμα εφαρμογών λαμβάνουν οι αντλίες θερμότητας.

Υπάρχει πληθώρα παραδειγμάτων, που σχετίζονται με παραγωγή θερμού νερού σε κατοικίες ή επαγγελματικούς χώρους, για εγκαταστάσεις θέρμανσης σε ενδοδαπέδια συστήματα, ψύξης οροφών, θερμαντικών σωμάτων αλλά και τερματικών μονάδων νερού (Fan Coil).

Οι αντλίες θερμότητας είναι δυνατόν να συνεργαστούν με θερμαντικά σώματα, αποφεύγοντας τη σπατάλη θερμικής ενέργειας.

Επίσης είναι δυνατή η συνεργασία τους με τερματικές μονάδες νερού, όπου σκοπός τους είναι η διανομή του θερμού ή κρύου αέρα στον εσωτερικό χώρο.

## 4. ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 4.1. ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### 4.1.1. ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η λειτουργία της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι δυνατόν να προσομοιωθεί με τη λειτουργία ενός συσσωρευτή που αποθηκεύει ενέργεια παραγόμενη από κάποια πηγή θέρμανσης ύδατος και την αποβάλλει στον προς θέρμανση χώρο, επιτυγχάνοντας τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Εδράζεται στην προσαγωγή θερμού νερού χαμηλής θερμοκρασίας μέσω σωλήνων (υλικού πολυαιθυλενίου, επενδυμένων με χαλκό ή πολυαιθυλενίου με επένδυση αλουμινίου) που διατρέχουν το δάπεδο. Το θερμό νερό μεταφέρει θερμότητα στο θερμομοπτερόν που περιβάλλει τους πλαστικούς σωλήνες και στη συνέχεια ακτινοβολείται θερμότητα από το δάπεδο.

Συγκρίνοντας το σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης με το σύστημα κλασσικής θέρμανσης, καταλήγουμε ότι η ενδοδαπέδια θέρμανση πλεονεκτεί έναντι της κλασσικής στα ακόλουθα θέματα:

- Άμεση και ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο χώρο.
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος. Για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας, στην ενδοδαπέδια θέρμανση το νερό προσαγωγής είναι 30-40°C ενώ στα κοινά θερμαντικά σώματα ανέρχεται στους 70-80°C. Αυτή η θερμοκρασιακή διαφορά έχει ως αποτέλεσμα, λιγότερες ώρες λειτουργίας του λέβητα και επομένως χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου.
- Φιλική προς το περιβάλλον. Λιγότερες ώρες λειτουργίας του λέβητα συνεπάγονται λιγότερη απελευθέρωση καυσαερίων, μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος και υψηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Υγιεινότερες συνθήκες. Η θέρμανση του χώρου με ενδοδαπέδιο σύστημα σωληνώσεων επιτυγχάνει την ιδανική κατανομή θερμότητας για το ανθρώπινο σώμα, (ζεστά πόδια - κρύο κεφάλι). Αποτρέπονται ρεύματα αέρα που δημιουργούνται από τα κοινά θερμαντικά σώματα, με συνέπεια την έλλειψη σκόνης και τη διατήρηση της υγρασίας του αέρα στο χώρο σε φυσιολογικά επίπεδα.
- Οικονομία ωφέλιμου χώρου. Αποδέσμευση ωφέλιμου χώρου (δεν υπάρχουν θερμαντικά σώματα στους τοίχους) και επιπρόσθετα προκύπτει ένα καλαίσθητο αρχιτεκτονικά αποτέλεσμα. Αποφεύγονται οι πιθανοί τραυματισμοί από καυτά και αιχμηρά σώματα, ειδικά στην περίπτωση όπου στον χώρο διαβιούν μικρά παιδιά ή ηλικιωμένοι.
- Βραχυπρόθεσμη απόσβεση κόστους. Μείωση της κατανάλωσης καυσίμου πάνω από 30%.
- Αύξηση του χρόνου ζωής του καυστήρα ο οποίος λειτουργεί λιγότερες ώρες.

- Μειωμένο κόστος κτιριακής συντήρησης.
- Μηδενικό κόστος συντήρησης και αντικατάστασης θερμαντικών σωμάτων.
- Δυνατότητα συνδυαστικής λειτουργίας με άλλα θερμαντικά σώματα. Θέρμανση κάποιων χώρων με κλασικά θερμαντικά σώματα ή fan coil units.
- Δυνατότητα χρησιμοποίησης όλων των σύγχρονων πηγών θερμότητας. Εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών λειτουργίας της ενδοδαπέδιας και της συνολικής αδράνειας του συστήματος εκτός των κοινών πηγών ενέργειας υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης ήπιων μορφών ενέργειας, όπως η ηλιακή, οι αντλίες θερμότητας για αεροθερμία, η γεωθερμία κ.λ.π.

Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος μπορεί να είναι υψηλότερο σε σχέση με άλλα συστήματα, ωστόσο είναι εφικτή η απόσβεση του κόστους σε διάστημα ενός – δύο ετών. Αναφερόμαστε, κατά συνέπεια σε ένα σύστημα θέρμανσης χαμηλού λειτουργικού κόστους, που αποτελεί ένα τα πλέον σημαντικά πλεονεκτήματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης.



**Σχήμα 8: Σύστημα σωληνώσεων ενδοδαπέδιας θέρμανσης**

#### 4.1.2. ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΔΑΠΕΔΟΥ / ΟΡΟΦΗΣ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Ο δροσισμός δαπέδου / οροφής βασίζεται στην ίδια αρχή με τη θέρμανση δαπέδου, το αποτέλεσμα δε προκύπτει μέσω της ακτινοβολίας. Αναφορικά με τον δροσισμό δαπέδου, η απόδοση είναι μειωμένη σε αντίθεση με την ψύξη οροφής, που αποδίδει άριστα αποτελέσματα.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην ικανότητα που διαθέτει ένα ψυχρότερο σώμα – δάπεδο – να απορροφά θερμότητα απ' όλα τα δομικά στοιχεία και τον αέρα του χώρου και να την αποβάλλει στο περιβάλλον. Η ψύξη δαπέδου λειτουργεί με θερμοκρασία προσαγωγής νερού 14-16°C, με την αντίστοιχη θερμοκρασία επιστροφής να είναι 5 βαθμούς υψηλότερη.

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία του τελικού δαπέδου είναι 20-21°C τιμή που περιορίζει τη μέση απόδοση του συστήματος στα 35-50Watt/m, αποτρέποντας το φαινόμενο των υγραποποιήσεων.



Σχήμα 9: Παράδειγμα εγκατάστασης ενδοδαπέδιου δροσισμού

Η εγκατάσταση ενδοδαπέδιου δροσισμού παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- **Συνθήκες άνεσης και υγιεινού περιβάλλοντος.** Ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στον χώρο, αποφυγή ρευμάτων πολύ ψυχρού αέρα αλλά και θορύβου, που εμφανίζουν οι κλιματιστικές μονάδες.
- **Υψηλή εξοικονόμησης ενέργειας.** Εκμετάλλευση της μεγάλης ψυκτικής επιφάνειας στην οποία διοχετεύεται απλά δροσερό νερό χωρίς να έχουν σπαταληθεί υψηλά ποσά ενέργειας για την ψύξη του.
- **Μειωμένο αρχικό κόστος κτήσης.** Πραγματοποιείται χρήση του υπάρχοντος δικτύου ενδοδαπέδιας, και της αντλίας θερμότητας, ενώ σε περίπτωση χρήσης ψυκτικού μηχανήματος, αυτό υποδιαστασιολογείται διότι επωφελείται από την υψηλή αδράνεια και τη θερμοχωρητικότητα του συστήματος.
- **Καθαροί χώροι.** Εξαιτίας της έλλειψης ρευμάτων αέρα αποφεύγονται τα μαυρίσματα στους τοίχους από τις κλιματιστικές μονάδες που θα τοποθετούνταν.

## 4.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΑΠΕΔΟΨΥΞΗΣ

Η συμπεριφορά μίας ελληνικής κατοικίας, κατά τη διάρκεια μίας θερινής ημέρας σε τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές, εξοπλισμένη με σύστημα ενδοδαπέδιας ψύξης απεικονίζεται παρακάτω:

### Κατά τη διάρκεια της νύχτας και έως τις πρώτες πρωινές ώρες,

Το ψυκτικό μηχανήμα δε λειτουργεί, διότι η εξωτερική θερμοκρασία και τα δομικά στοιχεία της κατασκευής βρίσκονται μεταξύ τους σε απόλυτη ισορροπία. Το χαρακτηριστικό αυτό, η αποφόρτιση δηλαδή των δομικών στοιχείων από το θερμικό φορτίο, είναι που προδίδει τα στοιχεία της θερμικής άνεσης και της οικονομικής λειτουργίας στο σύστημα της ενδοδαπέδιας ψύξης. Με αυτό τον τρόπο και με το σύστημα σε πλήρη ισορροπία, οι ώρες λειτουργίας του ψύκτη στη διάρκεια του 24ώρου περιορίζονται στο ελάχιστο.

### Στη διάρκεια της ημέρας

Όσο η εξωτερική θερμοκρασία αυξάνεται, το ψυκτικό μηχανήμα λειτουργεί για να αποβάλλει το θερμικό φορτίο του χώρου μέσω της ψυκτικής επιφάνειας (δάπεδο). Στο εσωτερικό η θερμοκρασία παραμένει στους 25°C χωρίς την ανθυγιεινή παρουσία ρευμάτων ψυχρού αέρα, καθώς η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου οργανισμού και συστήματος γίνεται με τον ίδιο τρόπο (δια ακτινοβολίας). Όταν η σχετική υγρασία του χώρου ξεπεράσει το 55-60% ξεκινάει η λειτουργία των F.C.U. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η υγρασία στο εσωτερικό και αποτρέπονται οι υγρασιές στο δάπεδο, φαινόμενο που προκαλείται από τη μεγάλη διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας συντελεί επιπρόσθετα και στη μείωση του δείκτη δυσφορίας στο χώρο. Η θερμοκρασία δαπέδου σε αυτές τις συνθήκες είναι 20°C και ο ψύκτης λειτουργεί στο μέγιστο του φορτίο.

### Στη συνέχεια της ημέρας

Η όλη διαδικασία αντιστρέφεται, σταματάει δηλαδή η λειτουργία των Fan Coil Units και σταδιακά η εξωτερική μονάδα παύει να λειτουργεί έως το πρωινό της επόμενης ημέρας.

## 4.3. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται διάφορες εφαρμογές συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης και η επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση ενέργειας από την εγκατάστασή τους.

**A)** Στην πρώτη εφαρμογή, χρησιμοποιείται ως πρότυπο μία οικία συνολικού εμβαδού 180-220m<sup>2</sup>.

Η εγκατάσταση αφορά ένα σύστημα θέρμανσης και ψύξης αποτελούμενο από μία αντλία θερμότητας αέρα – νερού, για χρήσεις ψύξης – θέρμανσης, ένα ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού και το μονοσωλήνιο δίκτυο με fan coil νερού που χρησιμοποιούνται για την ψύξη και την ταχεία θέρμανση.

Το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος με αυτονομία ανά χώρο, αντλία inverter της Daikin, fan coil units, επώνυμα προϊόντα ενδοδαπέδιας και πίνακα αυτοματισμών εκτιμάται στις 30.000-32.000€.

Το κόστος ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης αγγίζει τις 13.000-14.000€, χρησιμοποιώντας αντίστοιχης ποιότητας υλικά. Εγκαθιστώντας παράλληλα 6-7 μονάδες τοπικών κλιματιστικών μονάδων split unit θα πρέπει να δαπανηθούν επιπλέον 8.000-9.000€.

Το κόστος του συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης προκύπτει κατά 8.000 -10.000 € υψηλότερο από τις συμβατικές λύσεις.

Συμπερασματικά, υπολογίζοντας την εξοικονόμηση χώρου του λεβητοστάσιου κατ ελάχιστον 6m<sup>2</sup> και του χώρου της δεξαμενής επίσης κατ ελάχιστο 6m<sup>2</sup>, προκύπτει ένα όφελος από την κατασκευή ενός υπόγειου χώρου της τάξης των 600€/m<sup>2</sup>, είτε αξιοποιώντας τη χρήση των επιπλέον 12m<sup>2</sup> για έναν ξενώνα ή μία αποθήκη, αποσβένοντας σε κάθε περίπτωση το πρόσθετο κόστος αγοράς.

Το σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης απαιτεί μόνο 80Watt/m<sup>2</sup> αντί των 150-180Watt/m<sup>2</sup> ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης.

Σύμφωνα με τα εμπειρικά δεδομένα, για πλήθος άνω των 40 οικιών που έχουν εφαρμόσει διάφορες παραλλαγές του συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης, το κόστος λειτουργίας για κατοικία 200m<sup>2</sup>, δεν υπερβαίνει ακόμη και τους χειμερινούς μήνες εξαιρετικά χαμηλών θερμοκρασιών τα 120-140€/μήνα

για συνεχή θέρμανση σε 22°C, χωρίς υποβοήθηση από ηλιακούς συλλέκτες ή τζάκι<sup>28</sup>.

**Β)** Μία δεύτερη περίπτωση αφορά σε ένα οροφοδιαμέρισμα στην περιοχή Παπάγου.

Για τη διερεύνηση αυτής της περίπτωσης, λαμβάνονται υπόψη οι εξής προϋποθέσεις: α) Άριστη μόνωση της οικίας (βάσει ΚΕΝΑΚ) και β) Ρύθμιση σταθερής θερμοκρασίας 18°C-22°C για όλο το εικοσιτετράωρο.

Οι θερμικές απαιτήσεις ενός οροφοδιαμερίσματος 100m<sup>2</sup> αναλύονται ως ακολούθως:

Θερμαινόμενη επιφάνεια σε τ.μ.	Θερμικές απώλειες σε kW/m <sup>2</sup>	Ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση σε kW/h
100	0,075	7,5

Άρα για να θερμανθεί το οροφοδιαμέρισμα απαιτούνται 20 kw/h.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις σε ετήσια βάση ανάγονται ως εξής:

Ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση σε kW/h	Ώρες ετήσιας λειτουργίας	Σύνολο ετήσιας απαιτούμενης ισχύος (kWh/έτος)
7,5	1220	9150

Άρα για τη θέρμανση του συγκεκριμένου διαμερίσματος απαιτούνται 9.150kWh/έτος.

α) Χρηματοοικονομικός υπολογισμός ετήσιου κόστους λειτουργίας του λέβητα με πετρέλαιο.

Ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις kw/έτος	Πόσες kwh αποδίδει 1 λίτρο πετρελαίου	Πραγματικός βαθμός απόδοσης λέβητα λόγω διαφυγής καυσαερίων	Ετήσια ποσότητα πετρελαίου σε λίτρα
9.150	10,07	0,86	1.055
Ετήσια ποσότητα πετρελαίου σε λίτρα	Τρέχουσα τιμή πετρελαίου σε €/λίτρο		Κόστος ετήσιας χρήσης σε €
1.055	0,95		1.002
Ετήσια ποσότητα πετρελαίου σε λίτρα	Τρέχουσα τιμή πετρελαίου κίνησης το 2012 σε €/λίτρο		Κόστος ετήσιας χρήσης σε €
1.055	1,40		1.477

<sup>28</sup> Σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης με αντλία θερμότητας (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.koubarakis.gr/el/articles/124>

**Άρα:**

- 1) Το ετήσιο κόστος λειτουργίας με τις τρέχουσες τιμές είναι 1.002€.  
 2) Το ετήσιο κόστος λειτουργίας με τιμές πετρελαίου κίνησης το 2012 θα είναι 1.477€.  
 β) Χρηματοοικονομικός υπολογισμός ετήσιου κόστους λειτουργίας του συστήματος αντλίας θερμότητας – ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

Ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις σε kWh/έτος	Μέσος ετήσιος βαθμός απόδοσης (COP) λειτουργίας της αντλίας θερμότητας	Ετήσια κατανάλωση ρεύματος σε kWh/έτος
9.150	3,7	2.472
Κατανάλωση με κλιμακωτό τιμολόγιο σε kWh/έτος	Τιμές ρεύματος με κλιμακωτό τιμολόγιο σε €/kWh	Κόστος ετήσιας χρήσης σε €
1.236	0,11	136
Κατανάλωση με νυκτερινό τιμολόγιο σε kWh/έτος	Τιμές ρεύματος με νυκτερινό τιμολόγιο σε €/kWh	Κόστος ετήσιας χρήσης σε €
1.236	0,054	67
Έχει υπολογιστεί ότι το 50% της κατανάλωσης είναι με το νυκτερινό τιμολόγιο		203€
		Φ.Π.Α. 13% 26€
Συνολικό κόστος ετήσιας χρήσης		229€

Συνεπώς, το ετήσιο κόστος λειτουργίας του συστήματος αντλίας θερμότητας με ενδοδαπέδια θέρμανση είναι μόνο 229€.

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του συστήματος λέβητα με πετρέλαιο με τρέχουσες τιμές είναι 1.002€.

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του συστήματος λέβητα με πετρέλαιο κίνησης κατά το έτος 2012 είναι 1.477€.

Το ετήσιο κόστος που προκύπτει από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος του συστήματος θέρμανσης αντλίας θερμότητας – ενδοδαπέδιου συστήματος είναι 229€.

Από τη σύγκριση των δύο συστημάτων θέρμανσης σε ένα υπερσύγχρονο κτήριο προκύπτει ότι το κόστος του συστήματος αντλίας θερμότητας με ενδοδαπέδια θέρμανση-ψύξη είναι μειωμένο κατά 80% σε σχέση με το υπερκερασμένο σύστημα του λέβητα με πετρέλαιο<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> Σύγκριση του ετήσιου κόστους λειτουργίας του λέβητα πετρελαίου με το σύστημα αντλίας θερμότητας – ενδοδαπέδιας θέρμανσης-ψύξης, (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.fine-eurohome.gr/neo\\_sistema.shtml](http://www.fine-eurohome.gr/neo_sistema.shtml)



Γ) Η τελευταία περίπτωση αφορά στην περίπτωση μίας εξοχικής κατοικίας 200m<sup>2</sup>, καλά μονωμένης στην περιοχή της Βόρειας Κρήτης.

Η παρούσα οικονομοτεχνική σύγκριση βασίζεται στις ακόλουθες παραδοχές:

- Θερμικές απώλειες κατοικίας για κλασσική θέρμανση : 30kW
- Θερμικές κατοικίας για ενδοδαπέδια θέρμανση : 20kW
- Ψυκτικό φορτίο κατοικίας : 17kW
- Ψυκτικό φορτίο κατοικίας για ενδοδαπέδια ψύξη : 10kW
- Όγκος κατοικίας 600m<sup>3</sup>

**1ο σενάριο:** Κλασσική θέρμανση με σώματα και λεβητοστάσιο, ψύξη με διαιρούμενες κλιματιστικές μονάδες (split units).

Υλικά και εργασία:

- Κόστος λεβητοστασίου (λέβητας 45kW): 3.600€
- Κόστος κεντρικών στηλών: 600€
- Κόστος σωμάτων και διακοπών (14 σώματα, 2,5kW, το καθένα): 2.500€
- Κόστος υλικών μονοσωληνίου: 530€
- Κόστος τσιμεντοκονίας 3cm : 880€
- Κόστος split units για ψύξη(8 τέμ. των 9000btu/h):  $8 * 823 = 6.580€$

**Σύνολο: 14.690€**

**2ο σενάριο:** Ενδοδαπέδια θέρμανση με λεβητοστάσιο και ενδοδαπέδια ψύξη με ψύκτη.

Υλικά και εργασία:

- Κόστος λεβητοστασίου (λέβητας 35 kW): 2.940€
- Κόστος κατακόρυφων στηλών: 1.000€
- Κόστος ενδοδαπέδιας εγκατάστασης: 6.300€
- Κόστος ψύκτη 17kW (65.000btu/h): 5.880€

**Σύνολο: 16.120€**

Συγκρίνοντας τις περιπτώσεις των σεναρίων 1ου και 2ου παρατηρείται μία μικρή διαφορά τιμής 1.430 € παραπάνω για το ενδοδαπέδιο σύστημα.

Από άποψη ενέργειας χρησιμοποιώντας το σύστημα του 2ου σεναρίου, παρατηρείται ότι υπάρχει ένα ενεργειακό κέρδος από την ψύξη περίπου 40% σε ηλεκτρικό ρεύμα (kwh), και εξοικονόμηση καυσίμου περίπου 25% από τη χρήση της θέρμανσης.

Συγκρίνοντας τα συστήματα των σεναρίων (1) και (2) προκύπτει απόσβεση σε 1-3 έτη της ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

**3ο σενάριο:** Κλασσική θέρμανση / ψύξη με fan-coils και αντλία θερμότητας.

Υλικά και εργασία:

- Κόστος αντλίας θερμότητας 30kW θέρμανση / 17kW ψύξη: 4.700€
- Κόστος κεντρικών στηλών: 600€
- Κόστος fan coils και διακοπών (14 fan coils, 2.5kW (το καθένα: 3.380€)
- Κόστος υλικών μονοσωληνίου: 529€
- Κόστος τσιμεντοκονίας 3cm: 880€

**Σύνολο: 10.089€**

**4ο σενάριο:** Ενδοδαπέδια θέρμανση – ψύξη με αντλία θερμότητας

Υλικά και εργασία:

- Κόστος αντλίας θερμότητας 20kW θέρμανση / 10kW ψύξη: 3.820€
- Κόστος κατακόρυφων στηλών: 600€
- Κόστος ενδοδαπέδιας εγκατάστασης: 6.300€

**Σύνολο: 10.720€**

Συγκρίνοντας τα σενάρια (3) και (4) από ενεργειακής άποψης, διαπιστώνεται μία διαφορά τιμής 631€, δηλαδή περίπου 6% οικονομικότερο το σύστημα του σεναρίου (3).

Από άποψη ενεργείας χρησιμοποιώντας το σύστημα του σεναρίου (4) διαπιστώνεται ότι υπάρχει ένα ενεργειακό κέρδος περίπου 35% σε ηλεκτρικό ρεύμα kWh.

Έτσι, συγκρίνοντας τα συστήματα των σεναρίων (3) και (4) σε χρονικό ορίζοντα 2 περίπου ετών, διαπιστώνεται ότι το ποσό των 631€ θα έχει αποσβεστεί και από εκεί και πέρα το ενδοδαπέδιο σύστημα αποδεικνύεται πιο οικονομικό<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> ΕΠΑ.Σ. Χανίων, *Ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://epas-chanion.chan.sch.gr/seminaria/ydr.../endodapedia\\_5\\_5\\_2009.p](http://epas-chanion.chan.sch.gr/seminaria/ydr.../endodapedia_5_5_2009.p)

## 5. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

### 5.1. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

#### 5.1.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας, κάτω από τη σταθερή επιφάνεια της γης. Όπως αποκαλύπτει και η ετυμολογία της λέξης "γεω-θερμία" πρόκειται για θερμότητα προερχόμενη από τη γη. Η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθη από 2 έως 100 m είναι περίπου σταθερή όλο τον χρόνο και κυμαίνεται περίπου από 14 έως 18 βαθμούς Κελσίου για τη χώρα μας. Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας (δηλαδή του ενεργειακού δυναμικού που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια<sup>31</sup>) είναι δυνατόν να γίνει με τη χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους έτσι ώστε να επιτυγχάνεται θέρμανση χώρων κατά τη χειμερινή περίοδο και ψύξη αυτών το καλοκαίρι. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη, φυσικά καθαρή και δωρεάν.

Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στα Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος και β) στα Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.

Τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος βασίζονται στην κατασκευή ενός εναλλάκτη στο υπέδαφος που ονομάζεται γεωεναλλάκτης. Ο γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται από ένα πλήθος σωληνώσεων μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό. Το χειμώνα τροφοδοτείται η ΓΑΘ με νερό θερμοκρασίας περίπου 16 βαθμών Κελσίου από τον γεωεναλλάκτη, η οποία απορροφά περίπου 4 με 5 βαθμούς Κελσίου, πριν το επιστρέψει στην γη, και με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος παράγεται κατά αυτόν τον τρόπο θερμό νερό χρήσης από 35 έως 45 βαθμούς Κελσίου κατάλληλο για θέρμανση χώρων με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης ή με fan coil units. Για την ανωτέρω λειτουργία της Γ.Α.Θ. καταναλώνεται μόνο ηλεκτρικό ρεύμα, που χρησιμοποιείται από τον συμπιεστή αυτής και την αντλία νερού, που σε σχέση με την αποδιδόμενη θερμική ενέργεια αυτής είναι της τάξης του 20 με 25%. Δηλαδή χονδρικά για κάθε 100 μονάδες θερμικής ενέργειας που αποδίδει η ΓΑΘ σε ένα κτίριο για θέρμανση αυτού, καταβάλλεται μόνο το κόστος των 25 μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται για τη λειτουργία της και οι υπόλοιπες 75 μονάδες θερμικές ενέργειας αντλούνται δωρεάν από την φύση. Το καλοκαίρι αντιστρέφεται η λειτουργία της ΓΑΘ έτσι ώστε να απορρίπτει θερμότητα από τους

---

<sup>31</sup> Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Πειραιά: *Γεωθερμική Ενέργεια – Αβαθής Γεωθερμία*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

[http://www.bep.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2558&Itemid=194](http://www.bep.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=2558&Itemid=194)

κλιματιζόμενους χώρους στο υπέδαφος με την χρήση του γεωεναλλάκτη. Ο γεωεναλλάκτης μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Η οριζόντια διάταξη του γεωεναλλάκτη χρησιμοποιείται όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου.

Τα γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος αντλούν νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και με τη χρήση ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της ΓΑΘ και του ανοικτού κυκλώματος προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα πριν την επιστροφή του νερού στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και εδώ η λειτουργία στηρίζεται στην ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας που διαθέτουν τα ύδατα του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.

Η γεωθερμία διακρίνεται από τα συμβατικά συστήματα διότι μεταφέρει θερμότητα - από και προς το έδαφος - αντί να την παράγει, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο να καταναλώνει μόλις το ¼ της ενέργειας που θα απαιτούσε ακόμη και το πλέον σύγχρονο σύστημα καυστήρα/λέβητα.

Το έδαφος, λίγα μέτρα κάτω από τα πόδια μας, αποτελεί μια τεράστια αποθήκη ενέργειας. Απορροφά το 50% της ηλιακής ενέργειας και παραμένει σε σχεδόν σταθερή θερμοκρασία χειμώνα – καλοκαίρι. Τοποθετώντας ένα δίκτυο σωληνώσεων νερού – (αποκαλούμενο γεωθερμικό εναλλάκτη) – μέσα στο έδαφος, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η δωρεάν αυτή ενέργεια της γης.

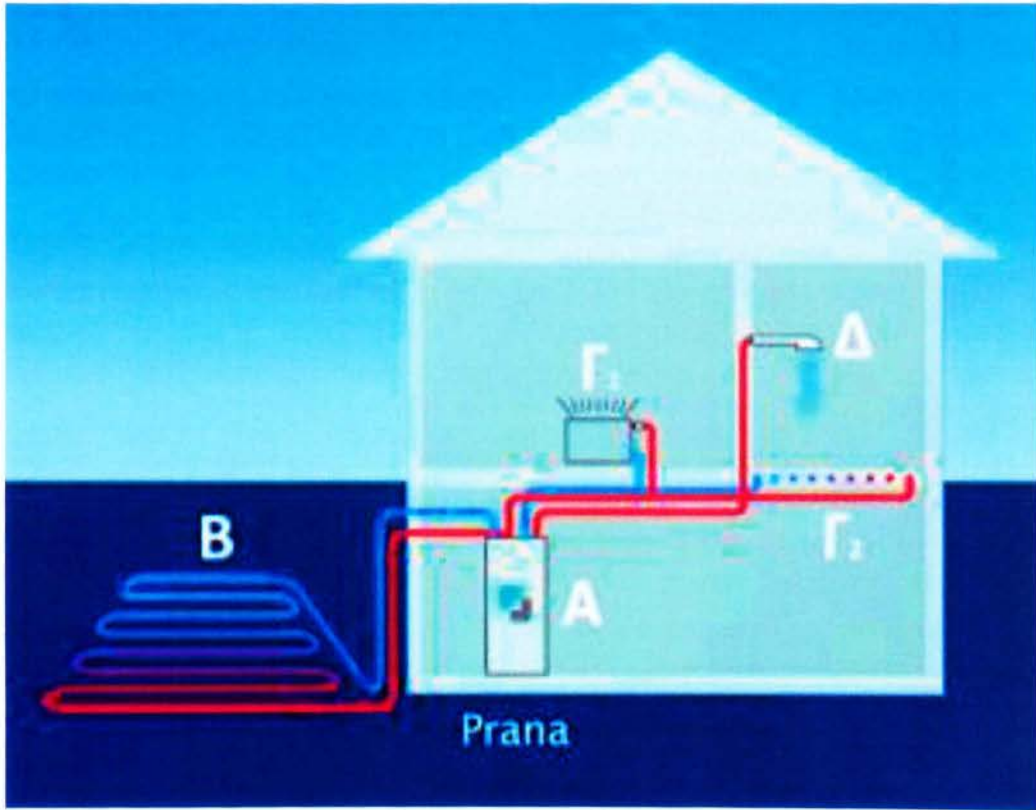
Τον χειμώνα, ο γεωθερμικός εναλλάκτης απορροφά θερμότητα από τη γη και τη μεταφέρει μέσω μίας κατάλληλης συσκευής, της γεωθερμικής αντλίας, στο χώρο για θέρμανση. Το καλοκαίρι, το ίδιο σύστημα πολύ απλά αντιστρέφεται, απορροφώντας θερμότητα από τον κλιματιζόμενο χώρο (άρα πραγματοποιώντας ψύξη) και τη μεταφέρει πίσω στην «αποθήκη» της γης.

Η γεωθερμία μπορεί να εφαρμοστεί σε νέα κτίρια όλων των μεγεθών με τα ίδια οφέλη, σε μονοκατοικίες, συγκροτήματα τουριστικών κατοικιών, ξενοδοχεία, θερμοκήπια ή κτίρια γραφείων, σε όποια τοποθεσία κι αν βρίσκονται αυτά.

Τα μέρη μιας γεωθερμικής εγκατάστασης παρουσιάζονται με απλό τρόπο στο επόμενο σχήμα. Στο εσωτερικό του κτιρίου η γεωθερμία συνδυάζεται άψογα με τα διαδεδομένα συστήματα υποδαπέδιας σωλήνωσης, κρυφών αεραγωγών, fan coils κ.λπ. Η κεντρική μονάδα ή αλλιώς "Γεωθερμική αντλία θερμότητας", με μικρές διαστάσεις, τοποθετείται σε κάποιο "τυφλό" αποθηκευτικό χώρο.

Η σωλήνωση στο έδαφος, που αναλαμβάνει την παραλαβή /απόρριψη θερμότητας στο έδαφος, πραγματοποιείται με κοινούς πλαστικούς σωλήνες πολυαιθυλενίου (HDPE) που έχουν διάρκεια ζωής πάνω από 50 έτη. Η τοποθέτησή τους είναι δυνατόν να γίνει οριζόντια ή κατακόρυφα, όπως δείχνουν τα

σχήματα που ακολουθούν. Σε περιπτώσεις που υπάρχουν υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα πλησίον της οικίας, είναι δυνατόν επίσης να αξιοποιηθούν<sup>32</sup>.



Σχήμα 10: Διάταξη γεωθερμικής εγκατάστασης

**Τα μέρη του συστήματος:**

A) Γεωθερμική αντλία θερμότητας

B) Γεωθερμικός εναλλάκτης

Γ1, Γ2.) Εσωτερικές μονάδες (fan coils, ενδοδαπέδιο σύστημα)

Δ) Ζεστό νερό χρήσης

<sup>32</sup> Ιωάννης Κ. Καλδέλλης, *Εισαγωγή στην Αξιοποίηση της Γεωθερμίας*, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς 1994

### 5.1.2. ΤΥΠΟΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ

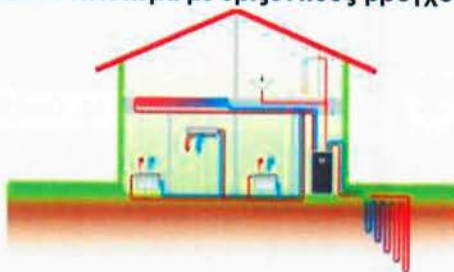
Το κλειστό κύκλωμα με οριζόντιους βρόγχους αποτελεί τον πλέον συνηθισμένο και απλό τύπο, σε όσα κτίρια υπάρχει αρκετή διαθέσιμη επιφάνεια περιβάλλοντος χώρου. Ο σωλήνας τοποθετείται σε παράλληλους «βρόγχους» και σε βάθος περίπου 2 μέτρων.



Κλειστό κύκλωμα με οριζόντιους βρόγχους

#### Σχήμα 11: Κλειστό κύκλωμα με οριζόντιους βρόγχους

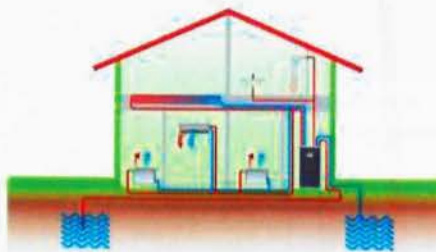
Ο τύπος του σχήματος 12, κλειστό κύκλωμα με κάθετους βρόγχους, προτιμάται εκεί που ο ελεύθερος χώρος γύρω από το κτίριο είναι περιορισμένος. Ο σωλήνας τοποθετείται κατακόρυφα, με οπή παρόμοια με αυτή της γεώτρησης και βάθος 45-100μ.



Κλειστό κύκλωμα με κάθετους βρόγχους

#### Σχήμα 12: Κλειστό κύκλωμα με κάθετους βρόγχους

Αυτού του είδους οι εγκαταστάσεις αντλούν συνεχώς νερό από έναν επιφανειακό υδροφόρα και το επιστρέφουν σε αυτόν π.χ. ρυάκι, λίμνη, ποτάμι. Εναλλακτικά αντλούν νερό από υπόγειο υδροφόρα (γεώτρηση) και το επιστρέφουν σε άλλον όμοιο, σε κατάλληλη απόσταση.



Ανοιχτό κύκλωμα

#### Σχήμα 13: Ανοιχτό κύκλωμα

Ο τύπος αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν είναι διαθέσιμο κοντά μας ένα πηγάδι ή λίμνη / θάλασσα, με βάθος το λιγότερο 2,5 μέτρα. Προσφέρει μειωμένο κόστος εγκατάστασης και υψηλή απόδοση.



Κλειστό κύκλωμα με βρόγχους σε πηγάδι, λίμνη ή θάλασσα

#### Σχήμα 14: Κλειστό κύκλωμα με βρόγχους σε πηγάδι, λίμνη ή θάλασσα

Στα παρακάτω σχήματα παρατίθενται οι τρεις βασικοί τύποι γεωθερμικού εναλλάκτη από την εταιρεία InFloor System<sup>33</sup>.



**Σχήμα 15: Οριζόντιος Γεωεναλλάκτης**



**Σχήμα 16: Κατακόρυφος Γεωεναλλάκτης**



**Σχήμα 17: Εναλλάκτης Ανοιχτού Κυκλώματος**

<sup>33</sup> InFloor System, Γεωθερμία, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.infloorsystem.gr/html/geoth-gr.html>

## 5.2. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

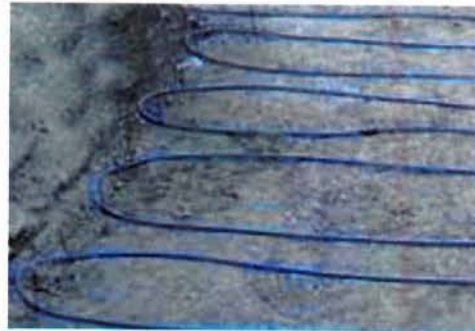
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η γεωθερμική εφαρμογή μίας οικίας στο Ντράφι Πεντέλης<sup>34</sup>.

Στην παραπάνω οικία εμβαδού 230τ.μ. στην Αττική, μελετήθηκε και κατασκευάσθηκε σύστημα ψύξης – θέρμανσης με τη χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας ισχύος 17kW και κλειστού κυκλώματος γεωεναλ-λάκτη σε οριζόντια διάταξη.



**Σχήμα 18: Εγκατάσταση γεωθερμικής εφαρμογής**

Στην κατασκευή αυτή έχουν τοποθετηθεί μετρητικές διατάξεις κατόπιν αδείας του πελάτη με τις οποίες καταγράφονται όλα τα ενεργειακά μεγέθη της εγκατάστασης, ώστε να υπάρχει πλήρης εικόνα της λειτουργίας και απόδοσης της γεωθερμικής εγκατάστασης.



**Σχήμα 19: Λεπτομέρεια σωλήνων κυκλωμάτων οριζόντιου γεωθερμικού εναλλάκτη στο υπέδαφος (γεωεναλλάκτης)**



**Σχήμα 20: Γεώτρηση για τοποθέτηση κατακόρυφου γεωεναλλάκτη**



**Σχήμα 21: Τοποθέτηση σωλήνων κατακόρυφου γεωεναλλάκτη σε γεώτρηση**

<sup>34</sup> Τεχνολογική ΕΠΕ, Γεωθερμικές Εγκαταστάσεις, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm](http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm)



### 5.3. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σε αυτή την ενότητα εξετάζονται τρεις περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση αφορά μία οικία στη Λευκωσία της Κύπρου και αφορά στη σύγκριση του κόστους λειτουργίας ενός συστήματος θέρμανσης με γεωθερμική εγκατάσταση έναντι του κλασσικού συστήματος θέρμανσης. Η δεύτερη περίπτωση είναι πιο σφαιρική και αφορά στη σύγκριση του κόστους λειτουργίας μίας οικίας 250m<sup>2</sup> αναφορικά με το κλασσικό σύστημα πετρελαίου, τις αντλίες θερμότητας αέρα – νερού και τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η τελευταία περίπτωση αφορά την οικονομοτεχνική μελέτη του κόστους θέρμανσης-ψύξης μίας κατοικίας 200m<sup>2</sup> στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης.

**A)** Το κόστος αγοράς – εγκατάστασης ενός τυπικού συστήματος αντλίας θερμότητας με γεωεναλλάκτη για ψύξη και θέρμανση κατοικίας 220-250m<sup>2</sup>, κυμαίνεται περίπου στα 25.000€. Ένα τέτοιο σύστημα έχει απόδοση περίπου 30% σε ψύξη και 70% σε θερμότητα.

Εκτιμάται για παράδειγμα, ότι κατοικία εμβαδού 250m<sup>2</sup> στη Λευκωσία της Κύπρου – με ικανοποιητική θερμομόνωση, χρειάζεται ενέργεια περίπου 25.000kWh για θέρμανση και 5.000kWh για ψύξη, το χρόνο. Η μέση τιμή του ηλεκτρικού για τα επόμενα 10 χρόνια λαμβάνεται ίση με 0,12€/kWh και η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης 0,80€/lt.

Εξετάζονται διαδοχικά δύο σενάρια. Στο πρώτο σενάριο θέρμανσης – ψύξης με συμβατικό σύστημα, εκτιμάται ότι για την απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης από ένα συμβατικό σύστημα κεντρικής θέρμανσης με πετρέλαιο – με τυπική απόδοση λέβητα - χρειάζονται περίπου 3.600lt πετρελαίου το χρόνο. Επομένως το ετήσιο κόστος για πετρέλαιο θέρμανσης είναι 2.880€, ενώ το κόστος ψύξης με χρήση κλιματιστικού είναι 600€.

Στη συνέχεια εξετάζεται το δεύτερο σενάριο εγκατάστασης συστήματος θέρμανσης – ψύξης με γεωθερμική αντλία. Με τη χρήση ΓΑΘ επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 70% της απαιτούμενης ενέργειας θέρμανσης και 40% της ενέργειας ψύξης. Έτσι το ετήσιο κόστος από την κατανάλωση ηλεκτρισμού είναι 900€ ( $25.000 - 70\% = 7.500\text{kWh} * 0,12€/\text{kWh} = 900€$ ), ενώ το ετήσιο κόστος για ψύξη της οικίας υπολογίζεται σε 360€ ( $5.000 - 40\% = 3.000\text{kWh} * 0,12€/\text{kWh} = 360€$ ).

Στο παραπάνω παράδειγμα, η εξοικονόμηση κόστους που επιτυγχάνεται από τη χρήση ΓΑΘ για τη θέρμανση – ψύξη της συγκεκριμένης κατοικίας είναι 2.220€ το χρόνο.

Ο πίνακας 9 παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά και την οικονομική βιωσιμότητα του παραπάνω Γεωθερμικού συστήματος.

**Πίνακας 9: Τεχνικά χαρακτηριστικά και οικονομικά στοιχεία Γεωθερμικού συστήματος με αντλία θερμότητας, σε οικία 250τ.μ. στη Λευκωσία**

Ισχύς συστήματος	16kW
Αριθμός γεωτρήσεων	4
Βάθος γεωτρήσεων	95m
Αρχικό κόστος	25000 + ΦΠΑ = 28.750€
Χορηγία (55%)	13.750€
Κόστος επιπρόσθετων χηματοουργικών εργασιών και μετακίνησης της λάσπης	1.500€
Καθαρό κόστος (αρχικό κόστος - χορηγία)	16.500€
Εξοικονόμηση σε ενέργεια θέρμανσης	1.980€/έτος
Εξοικονόμηση σε ενέργεια ψύξης	240€/έτος
Εξοικονόμηση λόγω μειωμένου κόστους συντήρησης ΓΑΘ	100€/έτος
Χρόνος αποπληρωμής (pay back period)	7έτη

Ο χρόνος αποπληρωμής εξαρτάται σημαντικά από την τιμή του πετρελαίου και την περιοχή. Αν για παράδειγμα το ίδιο σπίτι βρισκόταν σε ορεινή περιοχή της Κύπρου, άρα με αυξημένες απαιτήσεις ενέργειας σε θέρμανση, τότε ο χρόνος αποπληρωμής μειώνεται στα 5-6 χρόνια.

Επίσης αν η τιμή του πετρελαίου αυξηθεί (π.χ. τα επόμενα χρόνια) σε σχέση με την τιμή του παραπάνω σεναρίου, τότε ο χρόνος απόσβεσης μπορεί να μειωθεί ακόμα και στα 4-5 χρόνια.

Επιπλέον, ο γεωεναλλάκτης δεν απαιτεί σημαντική συντήρηση, ενώ η αντλία θερμότητας και τα εσωτερικά συστήματα θέρμανσης ψύξης, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από εκείνη των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων, ενώ απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Καθώς τα συστήματα ΓΑΘ έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (μεγαλύτερη από 25 έτη) το οικονομικό όφελος είναι σημαντικό σε βάθος χρόνου.

Με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας, δεν απαιτείται κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Το περιβαλλοντικό όφελος από τη χρήση ΓΑΘ προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας και κατ' επέκταση τη μείωση των εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου. Τα γεωθερμικά συστήματα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά συστήματα (Πιν.10).

**Πίνακας 10: Εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε Kg/kWh παραγόμενης ενέργειας)**

Μορφή Ενέργειας	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>
Άνθρακας	1.042	4,4	11,8
Πετρέλαιο	839	12,4	1,6
Φυσικό Αέριο	453	1,4	0,0
Γεωθερμία*	95	0,3	0,1

\* μέση τιμή

Για την παραγωγή 10kWh θέρμανσης μέσω Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας απελευθερώνονται 1,9kgCO<sub>2</sub>, ενώ για να την ίδια ενέργεια με πετρέλαιο απελευθερώνονται 2,9kgCO<sub>2</sub><sup>35</sup>.

**B)** Στη δεύτερη περίπτωση, πραγματοποιείται σύγκριση των συστημάτων και εκτιμώνται οι καταναλώσεις σε ετήσια βάση σε μια τυπική μονοκατοικία των 250m<sup>2</sup> πέντε (5) ενοίκων για θέρμανση και ψύξη.

Για την εκτίμηση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων, γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές:

- Εσωτερική εγκατάσταση ενδοδαπέδιου ή επιτοιχίου συστήματος.
- Απώλειες θέρμανσης για καλό επίπεδο μονώσεων (90W/m<sup>2</sup>): 22,5kW.
- Ετήσια απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (για την περιοχή της Αθήνας) :  
~ 22.500kWh<sub>th</sub>
- Παραγωγή θερμού νερού χρήσης στους 50°C (ΔT = 40°C):  
5άτομα x 50lt/day x 300days = 75.000lt/year. Απαιτήση ενέργειας :  
3.480kWh<sub>th</sub>.
- Φορτίο ψύξης : 20kW.
- Ετήσια απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (κατά προσέγγιση για περιοχή Αθηνών)  
: ~ 7.000kWh<sub>th</sub>.

Κοστολόγια αγοράς ενέργειας:

- Τιμή πετρελαίου θέρμανσης : 0,65€/lt.
- Μέση τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (λόγω κλιμακωτής χρέωσης και νυχτερινού τιμολογίου) : 0,11€/kWh<sub>el</sub>

### **1. Σύστημα θέρμανσης λέβητα Πετρελαίου και Κλιματιστικών SPLIT TYPE**

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

- Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου: 11,9kW<sub>h</sub>/lt.
- Βαθμός Απόδοσης λέβητα: 90%.
- Αποδιδόμενη ενέργεια στο σύστημα ανά λίτρο καυσίμου = 10,71kWh/lt.
- Βαθμός απόδοσης κλιματιστικού COP = Q<sub>th</sub>/Q<sub>el</sub> = 2,5.
- Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται: (22.500 + 3.480)kWh / 10,71kWh/lt = 2.425lt πετρελαίου.
- Απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς ψύξης : 7.000kWh<sub>th</sub> / 2,5 = 2.800kWh<sub>el</sub>.

**Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας:**

Θέρμανση : 2.425lt \* 0,65€/lt = 1.576€

Ψύξη : 2.800kWh \* 0,11€/kWh = 308€

Σύνολο : **1.884€**

<sup>35</sup> Ενεργειακό γραφείο Κυπρίων Πολιτών, Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.agiosathanasios.org.cy/.../Heat%20Pumps%20-](http://www.agiosathanasios.org.cy/.../Heat%20Pumps%20-)

**Μελλοντικό σενάριο:**

$$\text{Θέρμανση} : 2.425\text{lt} * 0,85\text{€/lt} = 2.061\text{€}$$

$$\text{Ψύξη} : 2.800\text{kWh} * 0,14\text{€/kWh} = 392\text{€}$$

$$\text{Σύνολο} : \boxed{2.453\text{€}}$$

**2. Αντλία Θερμότητας Αέρος - Νερού**

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης θέρμανσης-ψύξης  $\text{COP} = Q_{\text{th}}/Q_{\text{el}} = 3.2$
- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης  $\text{COP} = Q_{\text{th}}/Q_{\text{el}} = 2$
- Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης :  $(22.500 + 7000)\text{kWh}_{\text{th}} / 3.2 = 9.219\text{kWh}_{\text{el}}$  και
- Για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται :  $3.480\text{kWh} / 2 = 1.740\text{kWh}_{\text{el}}$

**Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας:**

$$\text{Θέρμανση, ψύξη και θερμό νερό χρήσης: } 10.959\text{kWh}_{\text{el}} * 0,11\text{€/kWh}_{\text{el}} = \boxed{1.205\text{€}}$$

( -35% )

**Μελλοντικό σενάριο:**

$$\text{Θέρμανση, ψύξη και θερμό νερό χρήσης: } 10.959\text{kWh}_{\text{el}} * 0,14\text{€/kWh}_{\text{el}} = \boxed{1.534\text{€}}$$

**3. Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας**

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης θέρμανσης-ψύξης  $\text{COP} = Q_{\text{th}} / Q_{\text{el}} = 5.$
- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης  $\text{COP} = Q_{\text{th}} / Q_{\text{el}} = 3.$
- Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης :  $(22.500 + 7000)\text{kWh}_{\text{th}} / 5 = 5.900\text{kWh}_{\text{el}}$  και
- Για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται :  $3.480\text{kWh} / 3 = 1.160\text{kWh}_{\text{el}}$

**Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας**

$$\text{Θέρμανση, ψύξη και θερμό νερό χρήσης: } 7.060\text{kWh}_{\text{el}} * 0,11\text{€/kWh}_{\text{el}} = \boxed{777\text{€}}$$

( -58% )

**Μελλοντικό σενάριο:**

$$\text{Θέρμανση, ψύξη και θερμό νερό χρήσης: } 7.060\text{kWh}_{\text{el}} * 0,14\text{€/kWh}_{\text{el}} = \boxed{988\text{€}}$$

Από την παράθεση των ανωτέρω σεναρίων σύγκρισης κλασσικού συστήματος θέρμανσης, αντλίας θερμότητας αέρα νερού και γεωθερμικής

αντλίας θερμότητας, προκύπτει ότι το χαμηλότερο κόστος παρουσιάζει η γεωθερμική αντλία θερμότητας<sup>36</sup>.

**Γ)** Στον επόμενο πίνακα 3, παρουσιάζεται συνοπτικά η οικονομοτεχνική μελέτη του κόστους θέρμανσης-ψύξης μιας κατοικίας 200m<sup>2</sup> στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Τα κόστη εγκατάστασης των διαφόρων τεχνολογιών αντιπροσωπεύουν μέσες τιμές της αγοράς. Από την ανάλυση των οικονομικών μεγεθών γίνεται φανερό ότι πολύ χοντρικά η απόσβεση για το υψηλότερο κόστος εγκατάστασης οριζόντιου ΓΑΘ είναι περίπου 8 χρόνια. Ο χρόνος αυτός εκτιμάται χωρίς να ληφθούν υπόψη η εξοικονόμηση ενέργειας για τη ψύξη το καλοκαίρι (στην χώρα μας η εξοικονόμηση τον κύκλο της ψύξης μπορεί να είναι μεγαλύτερη από ότι στον κύκλο της θέρμανσης), η δωρεάν παροχή ζεστού νερού το καλοκαίρι και η τυχόν επιδότηση ή μειώσεις από το φορολογητέο εισόδημα.

**Πίνακας 11: Ανάλυση οικονομικότητας για θέρμανση οικίας με Γ.Α.Θ.**

Θερμαντικές ανάγκες οικίας 200 m <sup>2</sup> στην περιοχή της Θεσσαλονίκης	
Θερμαντικές ανάγκες: ~40 (Wt/m <sup>2</sup> ) × 200 (m <sup>2</sup> ):	8kW <sub>th</sub>
Θερμό νερό: 5 (άτομα) × 0,2 (kWt/άτομο) :	1kW <sub>th</sub>
Σύνολο:	9kW
ΓΑΘ οριζόντιου κλειστού βρόχου	Συμβατική θέρμανση (καυστήρας πετρελαίου) – κοινά κλιματιστικά
Κάλυψη για εκσκαφή ~120m <sup>2</sup> COP = 4,2 Ηλεκτρική ισχύς αντλίας: 2,2kW Ετήσιος χρόνος θέρμανσης: 2000hr	Θερμική ισχύς: 25kWt Ετήσιος χρόνος θέρμανσης: 1080hr
Κόστος εκσκαφής & εγκ. = 1000€ Κόστος αντλίας θερμ.* = 14500€ Κόστος συστ. ενδοδ. θέρμ. = 2000€	Κόστος λέβητα** = 4500€ Κόστος συστ. θέρμανσης = 1500€ Κόστος συστήματος ψύξης=2000€
Ετήσιο κόστος ηλεκτρισμού: 380€ (2,2kW x 2000h/y x 0,086€/kWh) Ετήσιο κόστος συντ.: 100€	Ετήσιο κόστος πετρελαίου : 1430€ (2,4L/h x 6h/d x 180d/y x 0,55€/L) Ετήσιο κόστος συντ.: 150€

Στην παραπάνω εγκατάσταση περιλαμβάνονται οι σωληνώσεις, το αντιψυκτικό, οι βάνες, τα εξαρτήματα μηχανοστασίου και ο ενσωματωμένος υπερθερμαντήρας 250 L. Επίσης η δεξαμενή πετρελαίου 1000 L, το μπόιλερ θερμού νερού 100 L, οι αντίστοιχες σωληνώσεις και βάνες, τα εξαρτήματα μηχανοστασίου και η καμινάδα<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> GRV Energy Solutions, Ενεργειακή σύγκριση συστημάτων (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.greenconstructions.gr/images/HeatingOil\\_VS\\_heatpump.pdf](http://www.greenconstructions.gr/images/HeatingOil_VS_heatpump.pdf)

<sup>37</sup> Ζ. Ζησκάτας, Ν. Ανδρίτσος, Κ. Διαμαντίδης και Μ. Φυτίκας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πεδίον Άρεως, Τεχνικό – οικονομική μελέτη οριζόντιου συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.eng.auth.gr/IHT/Proc8th/111.doc](http://www.eng.auth.gr/IHT/Proc8th/111.doc)

## 6. ΛΕΒΗΤΕΣ

### 6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Λέβητες ονομάζονται οι συσκευές, στους οποίες με τη βοήθεια ενός καυσίμου υγρού, αερίου ή στερεού, θερμαίνεται ή ατμοποιείται το νερό ή θερμαίνεται ο αέρας.

Αναλόγως του **υλικού κατασκευής** τους οι λέβητες διακρίνονται σε:

1. Χυτοσιδηρούς λέβητες
2. Χαλύβδινους λέβητες
3. Χάλκινους λέβητες

Αναλόγως του **καυσίμου** οι λέβητες διακρίνονται σε:

1. Λέβητες στερεών καυσίμων
2. Λέβητες αερίων καυσίμων
3. Λέβητες υγρών καυσίμων

Αναλόγως της **θερμικής τους ισχύος** διακρίνονται σε:

1. Μεσαίους και μεγάλους λέβητες
2. Κανονικούς λέβητες
3. Μικρούς λέβητες

Σύμφωνα με τον **φορέα θερμότητας** διακρίνονται σε:

1. Λέβητες ατμού χαμηλής πίεσης
2. Λέβητες ατμού υψηλής πίεσης
3. Λέβητες αέρος (αερολέβητες)
4. Λέβητες νερού

Ως προς την **καύση** έχουμε:

1. Λέβητες πιεστικούς ή υψηλής αντίθλιψης
2. Λέβητες χαμηλής αντίθλιψης

Επίσης οι λέβητες διακρίνονται σε:

Ατομικούς (μονάδες) και διαιρούμενους.

## 6.2. ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

Τα **προτερήματα** των χυτοσιδηρών λεβήτων είναι τα ακόλουθα:

1. Αντοχή στη διάβρωση (μεγαλύτερη διάρκεια ζωής).
2. Επέκταση υπάρχοντα λέβητα με προσθήκη στοιχείων.
3. Αντικατάσταση τμήματος λέβητα σε περίπτωση βλάβης.
4. Δυνατότητα μεταφοράς, σε περίπτωση έλλειψης χώρου πρόσβασης στο λεβητοστάσιο, (μεταφορά φέτα - φέτα).
5. Χαμηλή περιεκτικότητα νερού.

## 6.3. ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

Τα **προτερήματα** των χαλύβδινων λεβήτων είναι τα ακόλουθα:

1. Χαμηλό βάρος.
2. Χαμηλή ευαισθησία σε διαφορετικές θερμοκρασίες και αντοχή σε απότομη διαφορά θερμοκρασιών.
3. Εύκολη επισκευή, με τοπική συγκόλληση και μεταλλικές προσθήκες.
4. Αντοχή σε πολύ υψηλές πιέσεις.
5. Προσαρμογή των διαστάσεων του λέβητα σε ορισμένες απαιτήσεις.
6. Χαμηλότερο κόστος αγοράς.

## 6.4. ΑΤΟΜΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΜΟΝΑΔΕΣ)

Οι λέβητες και τα υλικά λεβητοστασίου περικλείονται σε ειδικά καλύμματα, ώστε το σύνολο σχεδόν των υλικών να αποτελεί μια ενιαία μονάδα.

Τα **προτερήματα** των ατομικών λεβήτων θέρμανσης είναι τα ακόλουθα:

1. Πλήρες έτοιμο δοκιμασμένο (τις περισσότερες φορές λεβητοστάσιο).
2. Χαμηλό ολικό κόστος εγκατάστασης, σε σχέση με ένα κανονικό (διαιρούμενο) λεβητοστάσιο.
3. Μικρές διαστάσεις άρα εξοικονόμηση χώρου.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι, πολλοί τέτοιοι λέβητες κατασκευάζονται ανεξέλεγκτα με μοναδικό κριτήριο το χαμηλό κόστος, για ανταγωνιστικούς λόγους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την κακή λειτουργία των μονάδων, συνεχείς βλάβες, τη μη σωστή ρύθμιση της καύσης, την έλλειψη ανταλλακτικών κ.λ.π.

## 6.5. ΥΠΕΡΠΙΕΣΤΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

Μία σημαντική βελτίωση στην απόδοση των λεβήτων, πραγματοποιείται μέσω της καύσης σε πίεση υψηλότερη της ατμοσφαιρικής.

Στους θαλάμους των υπερπιεστικών λεβήτων, λόγω των μεγάλων και "δύσκολων" διαδρομών των καυσαερίων, τα καυσαέρια πρέπει να έχουν μια υψηλότερη πίεση από την ατμοσφαιρική, για να είναι δυνατόν να υπερνικήσουν την απώλεια πίεσης που υφίστανται κατά τη διέλευσή τους από τον θάλαμο καύσης και τους φλογαυλούς. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση του ανεμιστήρα του καυστήρα.

Τα **πλεονεκτήματα** έναντι των μη πιεστικών λεβήτων είναι:

1. Χαμηλότερος όγκος και βάρος λέβητα για την ίδια θερμική ισχύ.
2. Καλύτερη καύση, λόγω καλύτερης μείξης αέρα και καυσίμου υλικού.
3. Οι πιεστικοί λέβητες, επηρεάζονται ελάχιστα από τις απώλειες ή τις ατέλειες της καπνοδόχου, ως προς τον ελκυσμό αυτής<sup>38</sup>.

## 6.6. ΛΕΒΗΤΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

### 6.6.1. ΛΕΒΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ

Σε μία εποχή όπου οι τιμές των παραδοσιακών καυσίμων (πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο) έχουν αυξηθεί, το ξύλο για μία ακόμη φορά αποκτά αυξημένη δημοτικότητα για θερμαντικές χρήσεις. Αυτό το γεγονός αναδεικνύει πολλά χαρακτηριστικά που στρέφουν τις προτιμήσεις προς το ξύλο, όχι μόνο ως πηγή ενέργειας, αλλά και αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος: Το ξύλο αναπτύσσεται σε εγχώρια δάση, η συγκομιδή του πραγματοποιείται σχετικά εύκολα, με χαμηλό κόστος από ενεργειακής άποψης (δεδομένου ότι το κόστος μεταφοράς είναι σχεδόν ανύπαρκτο). Λαμβάνοντας υπόψη, ότι κάθε έτος, τα επίπεδα ανάπτυξης ξυλείας είναι υψηλότερα από τα επίπεδα συγκομιδής της, τα αποθέματα είναι ασφαλή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Λόγω της μεγάλης έκτασης των δασών, το ξύλο είναι δυνατόν να συλλέγεται σε τοπικό επίπεδο, ενισχύοντας την τοπική οικονομία και εξασφαλίζοντας τοπικές θέσεις εργασίας. Η ξυλεία χρησιμοποιείται για θερμαντικές χρήσεις σε μία ευρεία ποικιλία μορφών.

Ένας από τους κύριους λόγους που καθιστά το ξύλο ελκυστικό ως πηγή ενέργειας, είναι η ουδετερότητά του σε CO<sub>2</sub>, κατά την καύση του. Οι ποσότητες CO<sub>2</sub> που απελευθερώνονται κατά την καύση του, αντιστοιχούν ακριβώς στις ποσότητες που αποκαθιστούσε το δέντρο κατά την ανάπτυξη του. Στην περίπτωση όπου το δέντρο αφηνόταν να σαπίσει μέσα στο δάσος,

<sup>38</sup> Παναγιώτης Φαντάκης, *Λέβητες κεντρικών θερμάνσεων*, Θερμοϋδραυλικός τ.174, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://users.sch.gr/fantakis/ARTHRA/LEVITES-KENTRIKVN-THERM.pdf>



θα απελευθερώνονταν η ίδια ποσότητα CO<sub>2</sub>. Επιπρόσθετα, για κάθε λίτρο πετρελαίου θέρμανσης που αντικαθίσταται με ξύλο, εξοικονομούνται τρία (3) κιλά CO<sub>2</sub>, τα οποία σε διαφορετική περίπτωση θα απελευθερώνονταν στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, η τέφρα του ξύλου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα, το οποίο για μία ακόμη φορά συμπληρώνει έναν άλλο φυσικό κύκλο της αλυσίδας του ξύλου.



Σχήμα 22: Λέβητας ξύλου

Τα συσσωματώματα ξύλου (πέλλετ)<sup>39</sup> συναντούν αυξανόμενη δημοτικότητα. Κατασκευάζονται από ακατέργαστα απόβλητα ξυλείας, αφού πρώτα ξηραθούν σε μορφή προιονιδίων και ροκανιδίων από τη βιομηχανία επεξεργασίας ξύλου. Στη συνέχεια συμπιέζονται σε υψηλή πίεση και τελικά τεμαχίζονται σε μήκη 5 έως 10 εκατοστών. Η θερμαντική τους αξία (ενεργειακό περιεχόμενο) εκτιμάται στις 5kWh/κιλό. Το ενεργειακό περιεχόμενο ενός κιλού πέλλετ ισοδυναμεί με μισό λίτρο πετρελαίου θέρμανσης.



Σχήμα 23: Συσσωματώματα ξύλου (πέλλετ)

Καταρχήν τα σύγχρονα συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με πέλλετ έχουν σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν αξιόπιστες και πλήρως αυτοματοποιημένες υπηρεσίες. Υπάρχει διάκριση μεταξύ του καυστήρα πέλλετ (σόμπα πέλλετ) και των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης που λειτουργούν με πέλλετ. Λειτουργούν δύο τύποι καυστήρων πέλλετ: ο πρώτος χρησιμοποιεί τον αέρα του περιβάλλοντος και ο δεύτερος βασίζεται σε αρχή λειτουργίας λέβητα.

<sup>39</sup> Hellenic Pellets: Εναλλακτικό Βιοκαύσιμο, Τι είναι τα pellets – Συσσωματώματα Βιομάζας, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

[http://www.hellenic-pellets.gr/articles.asp?article\\_id=31&lang\\_id=gr](http://www.hellenic-pellets.gr/articles.asp?article_id=31&lang_id=gr)

Η «διαδικασία αέρα» λειτουργεί παρόμοια με τον επιδαπέδιο ξυλολέβητα. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση μεμονωμένων χώρων και ως συμπληρωματική ή μεταβατική θέρμανση για την κάλυψη φορτίων αιχμής. Οι επιδαπέδιες αυτές σόμπες ακτινοβολούν θερμότητα με μέγιστη θερμική απόδοση 8kW. Εναλλακτικά, υπάρχουν μονάδες σχεδιασμένες να λειτουργήσουν με κεντρικά συστήματα θέρμανσης, απόδοσης 8kW και άνω, και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση μονοκατοικιών ή ημιανεξάρτητων κατοικιών, όπως επίσης για την τροφοδότηση ολόκληρων συγκροτημάτων διαμερισμάτων ή ομάδων κατοικιών. Προς αυτή την κατεύθυνση, χρησιμοποιείται μία αρχή λειτουργίας λέβητα όπου ο καυστήρας έχει έναν ανεξάρτητο υγροθάλαμο (εναλλάκτη θερμότητας) και λέβητες που είναι δυνατόν να συνδυαστούν επιτυχώς με άλλα είδη συστήματος παραγωγής θερμότητας ή ηλιακής θερμικής ενέργειας. Τα υβριδικά και συνδυαστικά συστήματα είναι δυνατόν επίσης να τροφοδοτηθούν με άλλες μορφές καυσόξυλων όπως τα ροκανίδια και τα κούτσουρα ξύλων.



**Σχήμα 24: Απεικόνιση σε τομή ενός λέβητα ξύλου με χρήση πέλλετ**

Οι λέβητες αεριοποίησης ξύλου χρησιμοποιούν κούτσουρα, παρέχοντας υψηλά επίπεδα απόδοσης και σχετικά χαμηλά ποσοστά εκπομπών. Σε αυτή την περίπτωση, η εγκατάσταση ανεμιστήρα δημιουργεί τη σωστή ποσότητα ρεύματος αέρα για την καύση.

Οι λέβητες λειτουργίας με πέλλετ προσφέρουν την υψηλότερη απόδοση και τα χαμηλότερα ποσοστά εκπομπών συγκρινόμενοι με άλλους τύπους λέβητα που λειτουργούν με ξύλο. Συγκρίνονται με τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης πετρελαίου ή αερίου, δεδομένου ότι τροφοδοτούνται αυτόματα, τροφοδοτούνται με ζεστό αέρα και είναι αυτοκαθαριζόμενα με ενσωματωμένες σπές. Όλοι οι σύγχρονοι ξυλολέβητες είναι εξοπλισμένοι με διάταξη προστασίας από ανάφλεξη στην περίπτωση ανάστροφης πορείας των καυσαερίων (burn-back). Στην περίπτωση των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης με πέλλετ ξύλου, τα πέλλετ αποθηκεύονται σε μία δεξαμενή ή σε μία αποθήκη και τροφοδοτούνται στον λέβητα με κάποιο σύστημα παράδοσης – τροφοδοσίας με διαποτισμό ή απορρόφηση αέρα.

Οι λέβητες που λειτουργούν με ροκανίδια, λειτουργούν και αυτοί αυτόματα και η καύση ρυθμίζεται με αισθητήρα λάμδα. Εδώ επίσης παράγονται πολύ περιορισμένες ποσότητες τέφρας. Τα συστήματα θέρμανσης με ροκανίδια είναι κατάλληλα για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις – παρέχουν θερμότητα σε σχολεία, πισίνες, ή πολυκατοικίες, για παράδειγμα. Η τιμή των ροκανιδιών είναι χαμηλότερη από αυτή των πέλλετ ξύλου, αν και απαιτείται μεγαλύτερη επάρκεια αποθηκευτικού χώρου. Τα συστήματα αυτά είναι διαθέσιμα σε εύρος απόδοσης από 4kW έως αρκετά MW.

## 6.7. ΛΕΒΗΤΕΣ ΑΕΡΙΟΥ

Η σύγχρονη τεχνολογία λεβήτων συμπύκνωσης, που λειτουργεί με φυσικό αέριο, συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους για την παροχή θέρμανσης στο σπίτι. Οι λέβητες συμπύκνωσης φυσικού αερίου λειτουργούν πολύ αποτελεσματικά καθώς χρησιμοποιούν και την ενέργεια που περιέχεται στα καυσαέρια της καύσης. Η επιλογή της τεχνολογίας συμπύκνωσης φυσικού αερίου είναι ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον και εύχρηστη μορφή θέρμανσης. Οι σύγχρονοι λέβητες συμπύκνωσης είναι σε θέση να παράγουν την απαραίτητη θερμότητα για κεντρική θέρμανση και ζεστό νερό με έναν οικολογικά σωστό και φιλικό τρόπο χρήσης ως προς τους φυσικούς πόρους. Χάρη σε αυτά τα πλεονεκτήματα, οι λέβητες συμπύκνωσης που λειτουργούν με φυσικό αέριο είναι συχνά η πρώτη επιλογή τόσο για νέες εγκαταστάσεις όσο και για την ανακαίνιση υπαρχόντων συστημάτων κεντρικής θέρμανσης. Στην Ευρώπη το 2008 πωλήθηκαν περίπου 310.000 λέβητες συμπύκνωσης φυσικού αερίου.

Οι λέβητες συμπύκνωσης καλύπτουν σχεδόν όλο το εύρος απόδοσης. Οι επίτοιχες μονάδες παράγουν έως 100kW. Με τη μεταξύ τους σύνδεση σε ένα σύστημα διαδοχής, η απόδοση είναι δυνατόν να αυξηθεί αρκετές εκατοντάδες κιλοβάτ. Οι επιδαπέδιες μονάδες είναι δυνατόν να παρέχουν ονομαστικές αποδόσεις υψηλότερες των 10.000kW. Εδραιωμένη τεχνολογία: μετά από περισσότερα από είκοσι χρόνια, οι λέβητες συμπύκνωσης φυσικού αερίου είναι πλέον πολύ εξελιγμένοι τεχνικά. Αυτό ισχύει τόσο όσον αφορά τον βαθμό ευκολίας τους αλλά και τα επίπεδα θορύβου τους. Επιπροσθέτως, ο σύγχρονος σχεδιασμός τους προβλέπει τη διακριτική προσαρμογή των συσκευών στο περιβάλλον τους. Δεδομένου του εξαιρετικά χαμηλού θορύβου και της άοσμης λειτουργίας τους, αυτές οι μονάδες μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς δυσκολία σε όλους σχεδόν τους χώρους ενός κτιρίου. Χρειάζονται λίγο χώρο και τα καύσιμα δε χρειάζεται να αποθηκευτούν κοντά τους. Επιπλέον, ακόμη και πολύ ασταθείς απαιτήσεις ισχύος για θέρμανση και ζεστό νερό μπορούν να επιτευχθούν αποτελεσματικά.

### 6.7.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1. Το Φυσικό Αέριο είναι οικονομικότερο: σε σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας, επιτρέποντας μία σημαντική εξοικονόμηση σε όλους τους τομείς χρησιμοποίησής του: στον οικιακό, τον βιομηχανικό και τον τριτογενή τομέα.
2. Το Φυσικό Αέριο παρουσιάζει περιορισμένες ανάγκες συντήρησης: χάρη στα χαρακτηριστικά καύσης του, μία σωστή τακτική συντήρηση αρκεί για την εξασφάλιση της τέλει λειτουργίας των εγκαταστάσεων και μίας μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των συσκευών χρήσης.
3. Το Φυσικό Αέριο φθάνει ανελλιπώς και είναι εύχρηστο: φθάνει κατευθείαν στο σπίτι και στους άλλους χώρους χρήσης: δεν απαιτείται παρά να ανοίξει η στρόφιγγα για να λυθεί κάθε πρόβλημα θέρμανσης και κλιματισμού.
4. Το Φυσικό Αέριο δεν απαιτεί δεξαμενή αποθήκευσης.
5. Το Φυσικό Αέριο πληρώνεται σύμφωνα με τις ενδείξεις που αναγράφονται στον μετρητή: πληρώνεται δηλαδή μόνο η ποσότητα που όντως καταναλώσατε, όπως καταγράφεται από τον μετρητή.
6. Το Φυσικό Αέριο είναι ασφαλές: Η αξιοπιστία των σύγχρονων συσκευών χρήσης και ο επαγγελματισμός των τεχνικών εγκατάστασης εγγυώνται τα υψηλότερα επίπεδα ασφαλείας.
7. Το Φυσικό Αέριο κατά την καύση του: δεν αφήνει ίχνη και υπολείμματα ούτε παράγει ενώσεις του θείου που συνιστούν μία από τις σημαντικότερες αιτίες ρύπανσης.
8. Το Φυσικό Αέριο είναι πρακτικό: οι νέου τύπου συσκευές παρέχουν τη δυνατότητα για ιδιαίτερες λύσεις εγκατάστασης, που ιδίως στην περίπτωση ανακαινίσεων θα ήταν δύσκολο να επιτευχθούν με τη χρήση άλλων καυσίμων. Σε ορισμένες τυπολογίες χρήσης μπορεί από μόνο του να εξασφαλίσει όλες τις ενεργειακές ανάγκες.

### 6.7.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΙΧΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1. Οι ατομικοί επίτοιχοι λέβητες αερίου για κατοικίες έχουν την δυνατότητα θέρμανσης και παραγωγής ζεστών νερών χρήσης. Είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στην κουζίνα της οικίας ή σε κάποιο εξωτερικό μπαλκόνι χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος χώρος λεβητοστασίου. Ο χώρος που κατάλαμβάνεται είναι ιδιαίτερα μικρός και μπορεί να τοποθετηθεί σχεδόν παντού.

Με τη χρήση ατομικών επίτοιχων λεβήτων αερίου σε κτίρια πολλών οριζόντιων ιδιοκτησιών είναι δυνατόν να επιτευχθεί η αυτόνομη εγκατάσταση θέρμανσης ανά ιδιοκτησία με τα έξης πλεονεκτήματα:

2. Οι ατομικοί επίτοιχοι λέβητες αερίου για κατοικίες έχουν την δυνατότητα θέρμανσης και παραγωγής ζεστών νερών χρήσης. Είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στην κουζίνα της οικίας ή σε κάποιο εξωτερικό μπαλκόνι χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος χώρος λεβητοστασίου. Ο χώρος

που κατάλαμβάνεται είναι ιδιαίτερα μικρός και μπορεί να τοποθετηθεί σχεδόν παντού.

Με τη χρήση ατομικών επίτοιχων λεβήτων αερίου σε κτίρια πολλών οριζόντιων ιδιοκτησιών είναι δυνατόν να επιτευχθεί η αυτονομία της εγκατάστασης θέρμανσης ανά ιδιοκτησία με τα έξης πλεονεκτήματα:

3. Κατάργηση κεντρικού λέβητα και χώρου λεβητοστασίου – δεξαμενής καυσίμων.

4. Λειτουργία της θέρμανσης της ιδιοκτησίας ανάλογα με την επιθυμία του κάθε ιδιοκτήτη.

5. Κατάργηση κοινοχρήστων δαπανών θέρμανσης. Ο κάθε ιδιοκτήτης πληρώνει ανεξάρτητα και απευθείας στην εταιρία παροχής αερίου.

6. Οικονομικότερη λειτουργία από σύστημα κεντρικού λέβητα.

7. Δυνατότητα παραγωγής ζεστών νερών χρήσης ανά ιδιοκτησία.



Σχήμα 25: Απεικόνιση εγκατάστασης επίτοιχου λέβητα φυσικού αερίου σε οικιακή κουζίνα

## 6.8. ΛΕΒΗΤΕΣ ΙΟΝΤΩΝ

Οι λέβητες θέρμανσης ιόντων είναι ένα εναλλακτικό σύστημα θέρμανσης από τη θέρμανση με το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και την παραδοσιακή ηλεκτρική θέρμανση. Η πηγή ενέργειας για τη θέρμανση ιόντων είναι η ηλεκτρική ενέργεια, ωστόσο, η νέα τεχνολογία την καθιστά ιδιαίτερα οικονομική.

Η διαδικασία της θέρμανσης ιόντων στο λέβητα πραγματοποιείται λόγω της αγωγιμότητας

ιόντων. Θετικά και αρνητικά ιόντα κινούνται προς τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια, ενώ παρέχεται θερμική ενέργεια.

Οι λέβητες θέρμανσης ιόντων προτιμώνται των λεβήτων θέρμανσης με πετρέλαιο, της παραδοσιακής ηλεκτρικής θέρμανσης και της θέρμανσης με ξύλο για τους ακόλουθους λόγους:

1. Η εγκατάσταση του συστήματος είναι πολύ οικονομικότερη από οποιαδήποτε εγκατάσταση θέρμανσης με πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

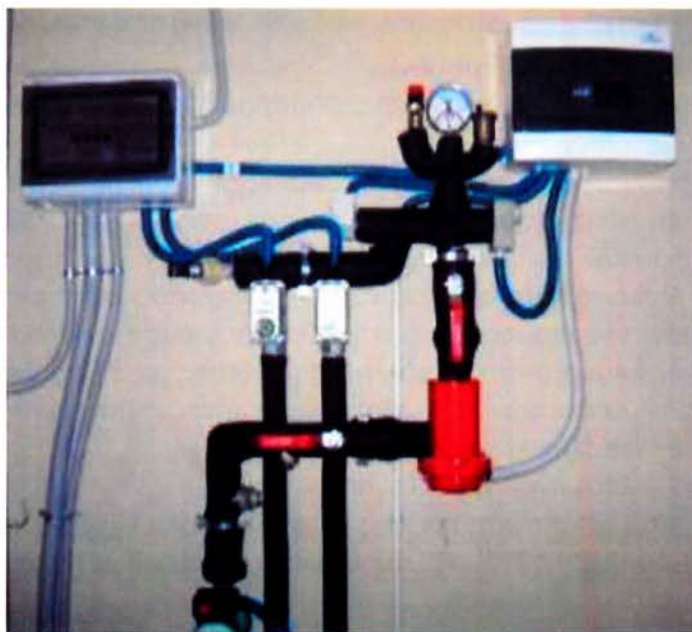
2. Πολύ περιορισμένο χώρο εγκατάστασης – το μόνο που χρειάζεται είναι 1m<sup>2</sup> (τετραγωνικό) στον τοίχο μίας οικίας για την εγκατάσταση του συστήματος. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη θέση στον χώρο, ούτε αποθηκευτικός χώρος για την εγκατάσταση της συσκευής.

Είναι φιλικό προς το περιβάλλον, δεν παράγεται καπνός, ούτε οσμές πετρελαίου στην οικία.

3. Γρήγορή εγκατάσταση – οι ειδικοί χρειάζονται ελάχιστες ώρες.

4. Οικονομικό στην εκμετάλλευση – πολύ φθηνότερο από το πετρέλαιο.

5. Ο λέβητας θέρμανσης ιόντων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με οποιαδήποτε υπάρχουσα εγκατάσταση θέρμανσης, είτε πρόκειται για καλοριφέρ, fan coil ή θερμαινόμενο δάπεδο.



Σχήμα 26: Εγκατάσταση λέβητα θέρμανσης ιόντων

### 6.8.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΙΟΝΤΩΝ

Τα πλεονεκτήματα των λεβήτων θέρμανσης ιόντων είναι τα ακόλουθα:

1. Αθόρυβη λειτουργία.
2. Δυνατότητα προγραμματισμού λειτουργίας σε διαφορετικές ώρες της ημέρας.
3. Γρήγορη και εύκολη εγκατάσταση του λέβητα ιόντων.
4. Απουσία της καύσης και κατά συνέπεια, ασφάλεια κατά τις φωτιάς, κατά των εκρήξεων και της έλλειψης ζήτησης για καύσιμα.
5. Δυνατότητα εγκατάστασης ενός νέου συστήματος θέρμανσης σε κάθε νέο κτίριο και σε ένα προϋπάρχον σύστημα θέρμανσης.
6. Δυνατότητα παράλληλης σύνδεσης με άλλους λέβητες θερμότητας.
7. Δεν παγώνει. Οι λέβητες θερμότητας ιόντων δεν παγώνουν έως  $-40^{\circ}\text{C}$ .
8. Περιβαλλοντική αξία.
9. Εξοικονόμηση ενέργειας.
10. Πιστοποίηση πρώτης κατηγορίας ηλεκτρικής ασφάλειας (πιστοποιητικό Nr. T25D07, T37D08), σύμφωνα με τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### 6.8.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΙΟΝΤΩΝ

Η διαδικασία της θέρμανσης στο λέβητα ιόντων πραγματοποιείται σε βάρος της αγωγιμότητας των ιόντων. Θετικά και αρνητικά ιόντα κινούνται προς τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια, παράγοντας ταυτόχρονα θερμική ενέργεια.

Ο λέβητας ιόντων είναι κατάλληλος για τη θέρμανση μεμονωμένων οικιών, διαμερισμάτων, γκαράζ, κατασκευών και εγκαταστάσεων αποθήκευσης, σε κάθε θερμαινόμενο χώρο. Αυτό είναι δυνατόν να είναι σύστημα θέρμανσης με καλοριφέρ, υποδαπέδια θέρμανση, λέβητες ζεστού νερού και συστήματα για ψύξη.

Χρησιμοποιείται σε υβριδικά συστήματα:

1. Στερεά / αερίου / κόκκους / λέβητα πετρελαίου και λέβητα ιόντων.
2. Τζάκι και λέβητα ιόντων.
3. Ηλιακός συλλέκτης και λέβητας ιόντων.

Η περίοδος εγγύησης του λέβητα ιόντων του κατασκευαστή είναι δύο (2) έτη με δυνατότητα παράτασης.

Υπάρχουν διάφορα μοντέλα λεβήτων ιόντων ανάλογα με το μέγεθος του θερμαινόμενου χώρου 30 - 60τ.μ. έως 400τ.μ. - κατά συνέπεια από 3kW έως 20kW.

Υπάρχουν τέσσερα (4) μοντέλα του λέβητα θέρμανσης ιόντων, ανάλογα με το χώρο για θέρμανση:

1. Λέβητα θέρμανσης ιόντων **3-5** από 20 έως 90m<sup>2</sup> (ανάλογα με τη θερμομόνωση του κτιρίου).

2. Λέβητα θέρμανσης ιόντων **6-9** από 100 έως 150m<sup>2</sup> (ανάλογα με τη θερμομόνωση του κτιρίου).
3. Λέβητα θέρμανσης ιόντων **10-20** από 160 έως 325m<sup>2</sup> (ανάλογα με τη θερμομόνωση του κτιρίου).
4. Λέβητα θέρμανσης ιόντων **20-30** από 340 έως 500m<sup>2</sup> (ανάλογα με τη θερμομόνωση του κτιρίου).

Οι ηλεκτρονικοί πίνακες ελέγχουν τη λειτουργία του λέβητα θέρμανσης ιόντων και επομένως οι λέβητες δεν καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια όλη την ώρα όταν είναι ενεργοποιημένοι. Ανάλογα με το μέγεθος του κτιρίου, το ποσό της μεταφοράς θερμότητας του συστήματος, όταν ο λέβητας θέρμανσης ιόντων είναι σε λειτουργία (ενεργή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) είναι κατά μέσο όρο **1/3 -1/4** του χρόνου.

### 6.9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ'

Το Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον» στο νέο Ευρωπαϊκό Κανονισμό (ΕΚ), αριθ. 397/2009 (ΕΕ L126/21.05.2009) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 6ης Μαΐου 2009, με τον οποίο τροποποιείται ο Κανονισμός αριθ. 1080/2006, βάσει του οποίου παρέχεται η δυνατότητα χρηματοδότησης, μέσω του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης, δράσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια του οικιακού τομέα καθώς και στον Κανονισμό αριθ. 539/2010 της 16ης Ιουνίου 2010 (ΕΕ L158/24.6.2010), με τον οποίο τροποποιείται ο Κανονισμός αριθ. 1083/2006, βάσει του οποίου παρέχεται η δυνατότητα δαπανών από τα διαρθρωτικά ταμεία για τη χρηματοδότηση Ταμείων ή άλλων συστημάτων κινήτρων σχετικών με τις ανωτέρω δράσεις.

Το Πρόγραμμα συνίσταται στην παροχή κινήτρων για παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό κτιριακό τομέα, με στόχο τη μείωση των ενεργειακών αναγκών. Το Πρόγραμμα αφορά σε παλαιά κτήρια, νομίμως υφιστάμενα, τα οποία έχουν κατασκευαστεί χωρίς την εφαρμογή του Κανονισμού θερμομόνωσης (Π.Δ. της 1.6/4.7.1979, ΦΕΚ Δ' 362), βρίσκονται σε περιοχές με τιμή ζώνης μικρότερη ή ίση των 1.750 €/ τ.μ., χρησιμοποιούνται ως κύρια ή πρώτη δευτερεύουσα κατοικία και των οποίων οι ιδιοκτήτες πληρούν συγκεκριμένα εισοδηματικά κριτήρια. Ειδικότερα, το Πρόγραμμα περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες κινήτρων (Α', Β' και Γ'), στις οποίες οι ωφελούμενοι εντάσσονται ανάλογα με το εισόδημά τους.

Αναφορικά με τα συστήματα θέρμανσης, οι κατηγορίες παρεμβάσεων είναι οι ακόλουθες:

Εγκατάσταση νέου ή αντικατάσταση συστήματος καυστήρα / λέβητα με καινούριο σύστημα πετρελαίου ή φυσικού αερίου (κεντρικό ή ατομικό) ή σύστημα που λειτουργεί κυρίως με την αξιοποίηση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, Α.Π.Ε., (π.χ. καυστήρας βιομάζας, αντλίες θερμότητας, ηλιοθερμικά συστήματα, κλπ.) ή σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής



απόδοσης (ΣΗΘΥΑ). Η εγκατάσταση / αντικατάσταση αφορά στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του λεβητοστασίου στο σύνολό του (αυτοματισμοί, κυκλοφορητές, καμινάδα, αντικατάσταση ή μόνωση σωληνώσεων, κλπ.) με εξαίρεση τη δεξαμενή πετρελαίου, καθώς και του δικτύου διανομής. Εξαιρούνται οι τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας (σώματα καλοριφέρ, ενδοδαπέδιο σύστημα, κλπ.).

Τοποθέτηση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, όπως χρονοδιακόπτες, αυτοματισμούς αντιστάθμισης ή/και υδραυλικής ισορροπίας για τη ρύθμιση των μερικών φορτίων (τρίοδη ή τετράοδη ηλεκτροβάννα, ρυθμιστές στροφών κυκλοφορητών, κλπ), θερμοστάτες χώρων, θερμοστατικές κεφαλές θερμαντικών σωμάτων, κλπ., συμπεριλαμβανομένων συστημάτων θερμοδομέτρησης για την κατανομή δαπανών θέρμανσης.

Ειδικά για την περίπτωση πρότασης αντικατάστασης καυστήρα/λέβητα πετρελαίου με νέο ίδιας τεχνολογίας θα πρέπει με βάση τα χαρακτηριστικά τους και τα αποτελέσματα της ανάλυσης καυσαερίων να τεκμηριώνεται επαρκώς, από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή, η ανάγκη για την αλλαγή έναντι συντήρησης ή χημικού καθαρισμού (π.χ. λέβητας που έχει υποστεί ανεπανόρθωτες φθορές).

**Πίνακας 12: Κατηγορίες παρεμβάσεων στο σύστημα θέρμανσης**

3.Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης	3.Α.Κεντρικό σύστημα θέρμανσης 3.Β.Ατομικός (επίτοιχος) καυστήρας –λέβητας 3.Γ. Διατάξεις αυτόματου ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης 3.Δ.Σύστημα με κύρια χρήση ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ	3.Α.Κεντρικό σύστημα θέρμανσης i) $P < 70\text{kW}$ : 6.000€ ii) για $70 \leq P < 150\text{kW}$ : 8.000€ iii) για $P \geq 150\text{kW}$ : 11.000€ 3.Β. Ατομικός (επίτοιχος) καυστήρας - λέβητας: έως 5.000€ 3.Γ. Διατάξεις αυτόματου ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης: έως 600€ ανά διαμέρισμα και έως 7.000€ συνολικά για την πολυκατοικία 3.Δ. Σύστημα με κύρια χρήση Α.Π.Ε. ή ΣΗΘΥΑ: έως 15.000€
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Η αλλαγή καυστήρων, λεβήτων σε υφιστάμενα κτίρια, μέσω αυτού του προγράμματος αποφέρει πολλαπλά περιβαλλοντικά και οικονομικά κέρδη<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> Υ.Π.Ε.Κ.Α., Οδηγός Εφαρμογής προγράμματος 'Εξοικονόμηση κατ' οίκον', Ιανουάριος 2011, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>

## 6.10. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ

### 6.10.1. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ – ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Έστω ότι ενδιαφερόμαστε να εγκαταστήσουμε σύστημα θέρμανσης σε μία τυπική οικία 130 τετραγωνικών μέτρων όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

Βασιζόμαστε στην παραδοχή ότι η οικία αυτή διαθέτει καλή μόνωση, διπλή υάλωση και βρίσκεται σε ημιορεινή περιοχή (-5 έως 30°C).



Σχήμα 27: Παράδειγμα οικίας για σύγκριση συστημάτων θέρμανσης

Θεωρούμε ότι η οικία διαθέτει τους ακόλουθους χώρους:

- Ενιαίος χώρος (Σαλοτραπεζαρία και κουζίνα) : 75τ.μ.
- Λουτρό : 6τ.μ.
- WC : 4τ.μ.
- Κρεβατοκάμαρα : 16τ.μ.
- Δωμάτιο 1 : 16τ.μ.
- Δωμάτιο 2 : 13τ.μ.
- Ύψος οροφής : 2,85μ
- Συντελεστής μόνωσης : 30 (20 έως 45, μέγιστη έως ελάχιστη μόνωση)

- Πρόσθετες απώλειες : 5%

Η απαίτηση των παραπάνω χώρων σε θέρμανση είναι αντίστοιχα (παραδοχή):  
 Οικία (130τμ) :  $130 * 2,85 * 30 = 11.115\text{kcal} + 5\% \text{ απώλειες} = 11.670\text{kcal}$ .

Δηλαδή, απαιτούνται συνολικά 11.670kcal. Επιπλέον, για τα θερμά νερά χρήσης, απαιτούνται επιπλέον 10% περισσότερες θερμίδες (πριν τον υπολογισμό των απωλειών), δηλαδή 1.110 kcal επιπλέον. Συνολικά 12.780kcal.

Η απαίτηση σε θέρμανση της οικίας του συγκεκριμένου παραδείγματος είναι 12 ώρες την ημέρα, δηλαδή  $12.780\text{kcal} * 12 = 153.360\text{kcal}$  ή αλλιώς 178,36kW θερμικής ισχύος ανά ημέρα.

Σε όλη τη διάρκεια του χειμώνα, χρειάζονται  $178,36\text{kW} * 180 \text{ (ημέρες)} = 32.104,80\text{kW}$  θερμικής ισχύος.

Για την κάλυψη της ανωτέρω ισχύος απαιτείται η εξής κατανάλωση καυσίμου:

- Πετρέλαιο (θερμογόνος δύναμη 10.500kWh/lt) :  $32.104,80 / (10.500 * 0,92 \text{ (απόδοση λέβητα)}) = 3,32\text{tn}$ .
- Φυσικό αέριο (θερμογόνος δύναμη 11,7kWh/Nm<sup>3</sup>)  $32.104,80 / (11.700 * 0,99 \text{ (απόδοση λέβητα)}) = 2.770\text{m}^3$ .
- Πέλλετ (βιομάζα) (θερμογόνος δύναμη 4.667kWh/kg)  $32.104,80 / (4.667 * 0,92 \text{ (απόδοση λέβητα)}) = 7,48\text{tn}$ .
- Ξύλο (θερμογόνος δύναμη 3,50kWh/kg)  $32.104,80 / (3,50 * 0,71 \text{ (απόδοση λέβητα)}) = 12,92\text{tn}$ .
- Ηλεκτρικό ρεύμα (θερμογόνος δύναμη 1kw/kWh)  $32.104,80 / (1 * 0,99 \text{ (απόδοση ηλεκτρικού λέβητα)}) = 32.429,01\text{kWh}$ .

Δηλαδή για τη θέρμανση της οικίας απαιτούνται αντίστοιχα:

- Λέβητας πετρελαίου  $3,32\text{tn} * 1.400\text{€/tn} = 4.648,00\text{€}$ .
- Λέβητας φυσικού αερίου  $2.770\text{m}^3 * 1,12\text{€/m}^3 = 3.102,40\text{€}$ .
- Λέβητας βιομάζας (πέλλετ)  $7,48\text{tn} * 338,25\text{€/tn} = 2.530,11\text{€}$ .
- Λέβητας ξύλου  $12,92\text{tn} * 150\text{€/tn} = 1938,00\text{€}$ .
- Ηλεκτρικός λέβητας  $32.429,01\text{kWh} * 0,176\text{€/kWh} = 5707,51\text{€}$ .

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κόστη εγκατάστασης κάθε συστήματος χωριστά, καθώς και το κόστος χρήσης (σε καύσιμο) της πρώτης ζετίας:

**Πίνακας 13: Σύγκριση συστημάτων θέρμανσης με διάφορα καύσιμα**

	Κόστος μονάδας	Παρελκόμενα και εγκατάσταση	Σύνολο	Καύσιμο 1 <sup>ου</sup> έτους	Καύσιμο 2 <sup>ου</sup> έτους	Καύσιμο 3 <sup>ου</sup> έτους	Σύνολο
<b>Λέβητας πετρελαίου</b>	Χωρίς τιμή – Υφιστάμενο σύστημα			4.648,00€	4.648,00€	4.648,00€	13.944,00€
<b>Λέβητας φυσικού αερίου</b>	1.780€	1.500€	3.280€	3.102,40€	3.102,40€	3.102,40€	12.587,20€
<b>Λέβητας στερεών καυσίμων (pellet)</b>	4.525€	1.500€	6.025€	2.530,11€	2.530,11€	2.530,11€	13.615,33€
<b>Λέβητας ξύλου</b>	2.500€	2.500€	5.000€	1.938,00€	1.938,00€	1.938,00€	<b>10.814,00€</b>
<b>Ηλεκτρ. λέβητας</b>	2.000€	2.000€	4.000€	5.707,51€	5.707,51€	5.707,51€	21.222,53€

Από τη σύγκριση των συστημάτων θέρμανσης με διάφορα καύσιμα προκύπτει ότι το οικονομικότερο σύστημα θέρμανσης είναι το σύστημα θέρμανσης με λέβητα ξύλου<sup>41</sup>.

<sup>41</sup> Heat Smart, Σύγκριση συστημάτων θέρμανσης, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.heatsmart.gr/compare/>

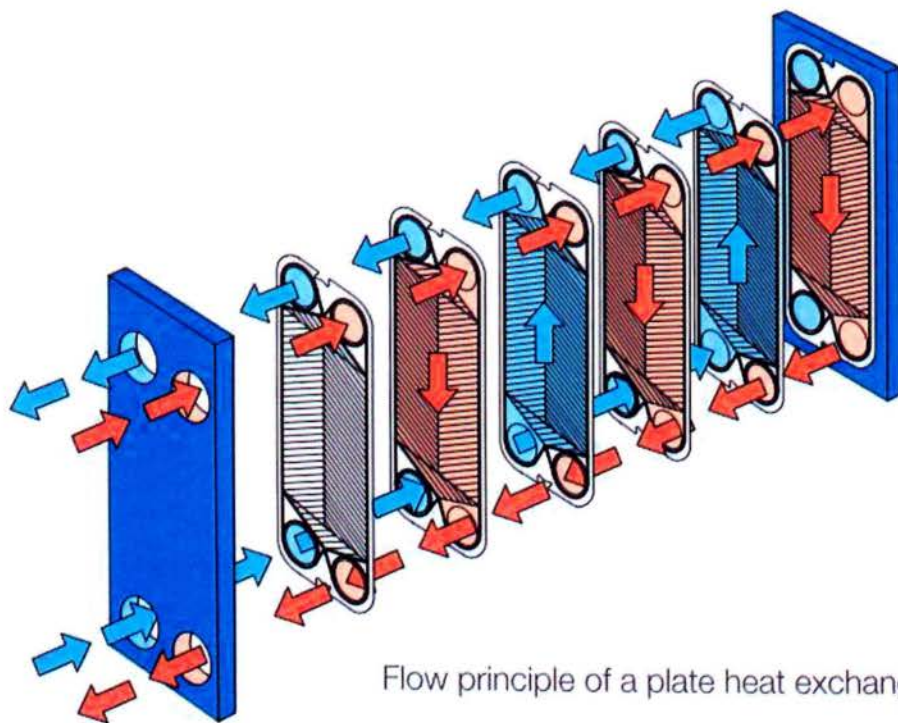
## 7. ΠΛΑΚΟΕΙΔΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### 7.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι εναλλάκτες θερμότητας γενικά είναι συσκευές που μεταφέρουν θερμική ενέργεια από ένα ρευστό σε κάποιο άλλο.

Οι πλακοειδείς εναλλάκτες, αποτελούνται από ένα σύνολο ανοξείδωτων πλακών, ενωμένων και συγκολλημένων μεταξύ τους ή στερεωμένων με ειδικούς συνδέσμους. Οι πλάκες αυτές είναι κυματοειδείς, για να προκαλείται στροβιλισμός, προς μεταφορά θερμότητας.

Το όλο σύστημα δημιουργεί δύο ανεξάρτητα κανάλια, που περιέχουν δύο διαφορετικά υγρά με τέτοιο τρόπο, ώστε αυτά να ρέουν χωρίς να αναμειγνύονται.



Flow principle of a plate heat exchanger

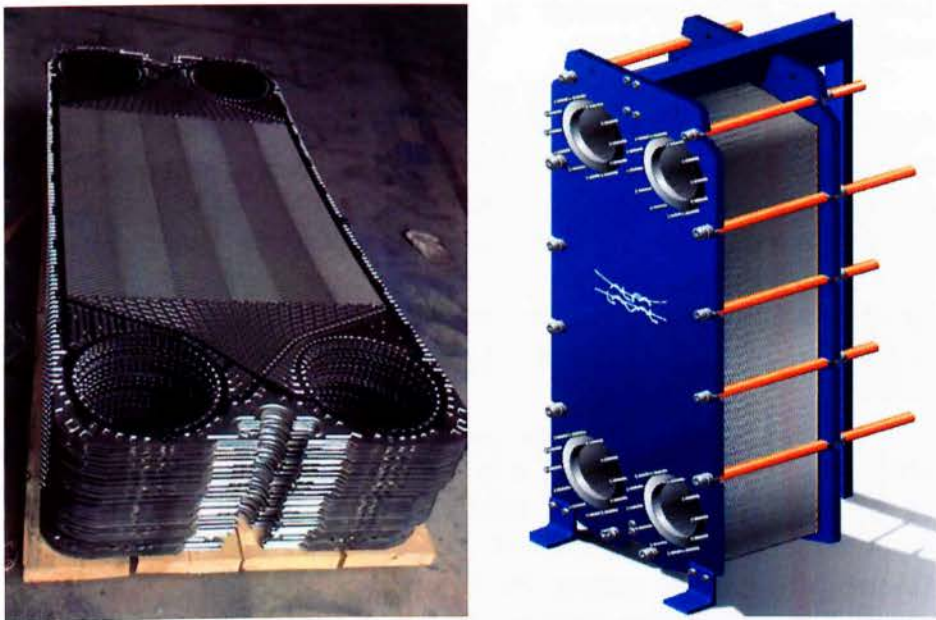
**Σχήμα 28: Ροή δύο υγρών χωρίς να αναμειγνύονται**

Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζονται συγκολλητοί και λυόμενοι πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας της εταιρείας Alfa Laval<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> Alfa Laval Ελλάδα, Τεχνολογίες Αιχμής, Μεταφορά Θερμότητας, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://local.alfalaval.com/el-gr/key-technologies/heat-transfer/Pages/default.aspx>



Σχήμα 29: Συγκολλητοί πλακοειδείς εναλλάκτες



Σχήμα 30: Λυόμενοι πλακοειδείς εναλλάκτες

Στο κάτω και στο άνω μέρος του όλου συστήματος, υπάρχουν συνολικά τέσσερα (4) στόμια σύνδεσης. Τα δύο από αυτά, συνδέονται με το θερμαινόμενο μέσο του υγρού (π.χ. λέβητας) και διαμέσου αυτών μεταφέρεται το υγρό στα κανάλια. Τα άλλα δύο μεταφέρουν το νερό χρήσης μέσω των καναλιών που υπάρχουν στο ενδιάμεσο των προηγούμενων και συνδέονται το ένα με την παροχή κρύου νερού από το δίκτυο πόλης και το άλλο με τις παροχές κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης. Τα στόμια αυτά, συνήθως βρίσκονται στη μία πλευρά του εναλλάκτη και η ροή των δύο υγρών είναι αντίθετη.

## 7.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Για να λειτουργήσουν οι πλακοειδείς εναλλάκτες, απαιτούνται εκτός των άλλων (εξαρτήματα σύνδεσης αποφρακτικές βάνες κ.λ.π.), ένας διακόπτης ροής, μία τριόδος θερμοστατική ρυθμιστική βάνα και ένας κυκλοφορητής.

Ο διακόπτης ροής τοποθετείται στην είσοδο του κρύου νερού από το δίκτυο πόλης. Σκοπός του είναι να θέσει σε λειτουργία τον κυκλοφορητή, σε κάθε ζήτηση θερμού νερού χρήσης. Είναι δηλαδή ένας ηλεκτρικός διακόπτης, ο οποίος πρέπει να λειτουργεί με υποπίεση. Κατά αυτόν τον τρόπο, σε κάθε ζήτηση θερμού νερού χρήσης, κλείνει το ηλεκτρικό κύκλωμα, δίνοντας παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον κυκλοφορητή και διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, όταν παύσει η ζήτηση θερμού νερού.

Ο διακόπτης νερού πρέπει να διαθέτει μεμβράνη και να ρυθμίζεται για χαμηλές ή υψηλές πιέσεις νερού από το δίκτυο πόλης. Οι διακόπτες ροής με έλασμα, το οποίο μετακινείται με τη ροή του νερού, δεν παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η ρυθμιστική βάνα (μέσω του ενσωματωμένου θερμοστάτη), ελέγχει τη θερμοκρασία του νερού του λέβητα, που διέρχεται μέσα από τον πλακοειδή εναλλάκτη. Κατά αυτό τον τρόπο, εξασφαλίζεται μία σταθερή και ρυθμιζόμενη θερμοκρασία νερού χρήσης. Αν δηλαδή το νερό επιστροφής προς τον λέβητα, έχει θερμοκρασία υψηλότερη των 55 βαθμών Κελσίου, τότε επιστρέφει ξανά στον εναλλάκτη μέσω του κυκλοφορητή και όχι στον λέβητα. Το σύστημα αυτό εμποδίζει την παραγωγή θερμού νερού χρήσης, σε υψηλές θερμοκρασίες και εξασφαλίζει μια επιθυμητή θερμοκρασία, όχι υψηλότερη των 55 βαθμών Κελσίου.

Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του λέβητα και του νερού χρήσης, είναι περίπου 10 βαθμούς Κελσίου. Αν η θερμοκρασία νερού του λέβητα είναι περίπου 60 βαθμούς Κελσίου, τότε το νερό χρήσης θα είναι περίπου 50 βαθμούς Κελσίου, ανάλογα βέβαια με τη ζήτηση και τη θερμοκρασία εισαγωγής του κρύου νερού χρήσης.

Στην αγορά διατίθενται ολοκληρωμένα συστήματα εναλλακτών, με όλα τα απαραίτητα όργανα και εξαρτήματα και οι εργασίες που απομένουν στον εγκαταστάτη, είναι η σύνδεση με το κύκλωμα του λέβητα και το νερό χρήσης.



**Σχήμα 31: Ολοκληρωμένο σύστημα πλακοειδούς εναλλάκτη**

### 7.2.1. ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ

Ανάλογα με τον εναλλάκτη που χρησιμοποιείται, απαιτείται μία ορισμένη θερμική ισχύς του λέβητα. Για να βρεθεί η συγκεκριμένη ισχύς του λέβητα, χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$Q = a * (t_1 - t_2)$$

Q = η ισχύς του λέβητα σε Kcal/h

a = η ροή του νερού σε λίτρα ανά ώρα

t<sub>1</sub> = θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης

t<sub>2</sub> = θερμοκρασία κρύου νερού χρήσης

Έστω ότι από τον κατασκευαστή δίδεται ως δεδομένο ότι ένας συγκεκριμένος τύπος εναλλάκτη έχει a = 500 λίτρα ροή νερού την ώρα, t<sub>1</sub> = 50 και t<sub>2</sub> = 10 βαθμούς Κελσίου. Η ισχύς του λέβητα σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα είναι:

$$Q = 500 * (50 - 10) = 500 * 40 = 20.000 \text{ kcal/h}$$

Η μέγιστη συνεχής παροχή είναι:

$$a = Q / t_1 - t_2$$

Παρατηρείται ότι:

Όσο μειώνεται η απαιτούμενη θερμοκρασία νερού χρήσης ή όσο αυξάνει η θερμοκρασία του κρύου νερού από το δίκτυο πόλης, τόσο και χαμηλότερης ισχύος λέβητας απαιτείται.

Όσο μικρότερη η διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας ζεστού νερού και κρύου νερού χρήσης, τόσο αυξάνει η μέγιστη συνεχή παροχή ζεστού νερού χρήσης.

Όλα οι ανωτέρω παρατηρήσεις δεν είναι απόλυτες. Η παροχή εξαρτάται από τις διατομές, το μήκος των σωληνώσεων, καθώς και από την πίεση του δικτύου.

### 7.2.2. ΠΑΡΟΧΕΣ ΝΕΡΟΥ

Η παροχή του θερμού νερού χρήσης, εξαρτάται από το μέγεθος και τον αριθμό των πλακών του εναλλάκτη, σε συνάρτηση με την ισχύ του λέβητα και κυμαίνεται από 500 λίτρα μέχρι πολλές χιλιάδες λίτρα νερό την ώρα. Υπάρχουν επίσης εναλλάκτες με παροχές από 1/2 έως 2 ίντσες. Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου εναλλάκτη σε κάθε εγκατάσταση, λαμβάνονται υπόψη, οι πίνακες του κάθε κατασκευαστή.



### 7.2.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΛΑΚΟΕΙΔΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ

Τα πλεονεκτήματα των πλακοειδών εναλλακτών είναι:

- Υψηλές ποσότητες θερμού νερού σε κάθε ζήτηση.
- Σταθερή θερμοκρασία στο νερό χρήσης.
- Έλεγχος αρχικής θερμοκρασίας.
- Ελάχιστη απώλεια από ακτινοβολία επομένως οικονομία καυσίμων.
- Λειτουργία του συστήματος μόνο κατά τη στιγμή ζήτησης θερμού νερού.
- Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.
- Μικρός χώρος εγκατάστασης για υψηλή παραγωγή θερμού νερού.
- Πολύ λίγη αποθήκευση νερού.
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας 45 bar.
- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 225 βαθμούς Κελσίου.
- Ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 120 βαθμούς.

### 7.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΛΑΚΟΕΙΔΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ

Οι πλακοειδείς εναλλάκτες απαντούν ευρείες εφαρμογές στους ακόλουθους τομείς:

- Παραγωγή θερμού νερού χρήσης και θέρμανση άλλων υγρών (γάλα, λάδι, κλπ).
- Αντικατάσταση των μπόιλερ.
- Ολοκλήρωση των συστημάτων διπλής ενέργειας (ηλιακοί συλλέκτες, κεντρική θέρμανση).
- Τηλεθέρμανση για θέρμανση χώρων ή παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Συστήματα αντλιών θερμότητας σαν εξαμιστής ή σαν συμπυκνωτής.
- Βιομηχανία για ψύξη ή θέρμανση λαδιών.

## 8. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 8.1. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### 8.1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

##### Τα προβλήματα

Οι ολοένα αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας οδηγούν συνεχώς σε μια τεράστια αύξηση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Οι ανάγκες αυτές αναμένεται να αυξηθούν ακόμη περισσότερο με την αύξηση του πληθυσμού της Γης και η ζήτηση πλέον θα υπάρχει κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς και στις ανεπτυγμένες. Με τα μέτρα εξοικονόμησης που εφαρμόζονται, υπάρχει μια τάση σταθεροποίησης. Τα κυριότερα ζητήματα που αναμένεται να εμφανιστούν είναι:

i) Η διαφαινόμενη έλλειψη καυσίμων σε μερικά χρόνια (σύμφωνα με τις πλέον αισιόδοξες προβλέψεις). Τα γνωστά αποθέματα πετρελαίου, συμπεριλαμβανομένων αυτών που αναμένεται να ανακαλυφθούν επαρκούν μετά βίας για ακόμη τριάντα (30) έτη. Επίσης οι πολιτικές των πετρελαϊκών εταιριών αναφορικά με τη διακύμανση των τιμών του πετρελαίου εντείνουν το πρόβλημα στη ζωή εκατομμυρίων οικιών ανά τον κόσμο.

ii) Η αλλαγή του κλίματος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου (λόγω της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων), οδηγούν αργά, αλλά σταθερά τον πλανήτη στην καταστροφή. Συγκεκριμένα, για κάθε παραγόμενη kWh ηλεκτρισμού από το δίκτυο της ΔΕΗ από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα με 1kg τουλάχιστον CO<sub>2</sub>, καρκινογόνα μικροσωματίδια, οξείδια αζώτου, ενώσεις θείου που επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.

##### Η ηλιακή ενέργεια ως βοηθός στη λύση

Με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι δυνατόν να επιτευχθεί η επίλυση των δύο ανωτέρω προβλημάτων:

i) Παράγεται καθαρή, δωρεάν και ανεξάντλητη ενέργεια από τον ήλιο, χωρίς τη μεσολάβηση ρυπογόνων, θορυβωδών εγκαταστάσεων. Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει πάνω στον πλανήτη, είναι παγκοσμίως 1,54X10<sup>18</sup> kWh/έτος, δηλαδή 15.000 φορές υψηλότερη από την ετήσια παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Σε θεωρητικό επίπεδο, αναφέρεται ότι επαρκεί μόλις το 0,01% της ενέργειας αυτής για να καλυφθούν οι παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες.

ii) Μειώνονται οι εκπομπές CO<sub>2</sub> στον πλανήτη, άρα υπάρχει συμβολή στην επιβράδυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σημειώνεται ότι για κάθε 1 kWh εγκατεστημένης φωτοβολταϊκής ισχύος που παράγει στην Ελλάδα κατά μέσο όρο ετησίως 1300kWh, αποτρέπεται η έκλυση 1450kg CO<sub>2</sub>, όση ποσότητα

απορροφάται ετησίως από έκταση δύο (2) στρεμμάτων δάσους ή εκατόν (100) δένδρων<sup>43</sup>.

### 8.1.2. Το Ηλιακό Δυναμικό της Ελλάδας

Το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας απεικονίζεται στον παρακάτω χάρτη:

Είναι γνωστό ότι η Ελλάδα είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τον ήλιο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αν αναλογιστεί κανείς ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αναπτυχθεί και αποδίδουν από χρόνια στην Βόρεια Ευρώπη, αντιλαμβάνεται κανείς τις δυνατότητες αξιοποίησης του ηλιακού δυναμικού που προσφέρεται απλόχερα και δωρεάν από τον Θεό σε όλη τη διάρκεια του έτους. Γενικά, εκτιμάται ότι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα αποδίδει ετησίως 1100-1500kWh ανά εγκατεστημένο kW ισχύος.



Σχήμα 32: Ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας

Εννοείται ότι στις νότιες και πλέον ηλιόλουστες περιοχές της χώρας μας, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει υψηλότερα επίπεδα ηλεκτρικής ενέργειας από ότι στις βόρειες περιοχές. Αναφέρεται, ενδεικτικά ότι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1300-1400kWh/έτος/kW, στη Θεσσαλονίκη 1150-1250kWh/έτος/kW στην Κρήτη ή Ρόδο 1350-1500kWh/έτος/kW και στη Ζάκυνθο 1350-1450kWh/έτος/kW.

### 8.1.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### Γενικά

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή, η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, όταν αυτή προσπίπτει επάνω σε ορισμένου είδους υλικά, ανακαλύφθηκε ήδη από το 1839 από τον Γάλλο φυσικό A.E.Becquerel. Μετά ξεχάστηκε και επανήλθε στην επικαιρότητα, μετά την ανακάλυψη του transistor το 1949, με αποτέλεσμα την κατασκευή της πρώτης φωτοβολταϊκής κυψέλης (κυττάρου) στις Η.Π.Α. το 1954.

Ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο αποτελείται από δύο στρώματα υψηλής καθαρότητας πυριτίου (Si), τα οποία με επιλεκτική πρόσμειξη αποκτούν ιδιό-

<sup>43</sup> Κωνσταντίνος Α. Μπαλάρας, Ηλιακή Ακτινοβολία, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, Απρίλιος 1992

ητες ημιαγωγού (πυρίτιο τύπου p, πυρίτιο τύπου n). Κατά την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου (πρακτικά στην ένωση των δύο στρωμάτων), αναπτύσσεται μία διαφορά δυναμικού μεταξύ της άνω και κάτω πλευράς του στοιχείου. Στην περίπτωση όπου ενωθούν οι δύο πλευρές μεταξύ τους, ρέει ηλεκτρικό ρεύμα και το στοιχείο παράγει ηλεκτρική ισχύ.

Η τάση που παράγεται, κυμαίνεται από 0,5-1,2V, ανάλογα με τον τύπο του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι πολύ λεπτά (~0,3mm) άρα και πολύ ευαίσθητα και για αυτόν τον λόγο πρέπει να προστατεύονται από τις εξωτερικές επιδράσεις. Τοποθετούνται μέσα σε πλαίσια, που αποτελούνται από σκληρυμένο γυαλί, κάτω από το οποίο απλώνονται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και συνδέονται ηλεκτρονικά μεταξύ τους. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία παράγουν συνεχή τάση (D.C).

Κατά την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, ανάλογα με το υλικό και τον τρόπο κατασκευής του, ποσοστό 5-16% αυτής μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια (με τη σημερινή τεχνολογία). Ήδη υπάρχουν βάσιμες ελπίδες σε νέες έρευνες που λαμβάνουν χώρα, ότι σύντομα θα αγγίξει το 40%), ενώ το υπόλοιπο μετατρέπεται σε θερμότητα. Το ποσοστό εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, η οποία σήμερα είναι κυρίως τριών ειδών:

- i) Μονοκρυσταλλικά.
- ii) Πολυκρυσταλλικά.
- iii) Άμορφα.

Η τελευταία κατηγορία φωτοβολταϊκών στοιχείων παρουσιάζει χαμηλότερη απόδοση, αλλά είναι οικονομικότερη. Αναφέρεται επίσης ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν επηρεάζεται από συνθήκες χαμηλών εξωτερικών θερμοκρασιών. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποδίδουν σε υψηλότερο επίπεδο, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου με ηλιοφάνεια.

### Ορολογία φωτοβολταϊκών

Παρατίθεται στη συνέχεια η ορολογία, που συνήθως χρησιμοποιείται στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών:

**Φωτοβολταϊκό φαινόμενο:** ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία χρησιμοποιείται η σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic-PV).

**Φωτοβολταϊκό στοιχείο:** Η ηλεκτρονική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, κατά την πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Ονομάζεται ακόμη Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).

**Φωτοβολταϊκό πλαίσιο:** Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).

**Φωτοβολταϊκό πάνελ:** Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμα για να εγκατασταθούν σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).

**Φωτοβολταϊκή συστοιχία:** Ένα σύνολο από Φ/Β πλαίσια ή πάνελ με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).

**Φωτοβολταϊκή γεννήτρια:** Το τμήμα μίας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator)<sup>44</sup>.

#### 8.1.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

##### Πλεονεκτήματα:

- i) Παραγωγή «δωρεάν» ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο.
- ii) Δε διαθέτουν κινούμενα μέρη και λειτουργούν αθόρυβα.
- iii) Δε ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή άλλα κατάλοιπα, αλλά αποτρέπεται η κατά μέσο όρο έκλυση 1,5tn CO<sub>2</sub> κατά έτος.
- iv) Δυνατότητα αυτόνομης και αξιόπιστης λειτουργίας, χωρίς την παρουσία χειριστή.
- v) Δυνατότητα εγκατάστασης και λειτουργίας σε απομονωμένες περιοχές.
- vi) Μη κατανάλωση κάποιου είδους καυσίμου.
- vii) Παράλληλη λειτουργία με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- viii) Ομαλή λειτουργία σε όλες τις καιρικές συνθήκες.
- ix) Αναγκαιότητα ελάχιστης συντήρησης.
- x) Υψηλή διάρκεια ζωής(που φθάνει τα 30 έτη).
- xi) Λειτουργικότητα, δυνατότητα επεκτασιμότητας σύμφωνα με τις ανάγκες σε φορτίο και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας(σε δίκτυο ή συσσωρευτές).
- xii) Ανεξάντλητος εγχώριος ενεργειακός πόρος που παρέχει αυτονομία, ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.
- xiii) Συνδράμουν στην ορθολογικότερη χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας.
- xiv) Συνδράμουν στην ενεργειακή αποκέντρωση σε μικρές τοπικές μονάδες χωρίς υψηλές ενεργειακές απώλειες του κυρίως ηλεκτρικού δικτύου(~12% στην Ελλάδα). Η εφαρμογή τους στη νησιωτική επικράτεια κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.
- xv) Συνδράμουν στην αποφυγή black out, στις περιόδους ημερήσιων ζωνών αιχμής, βοηθώντας στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου (έως και 20%)

<sup>44</sup> Ιωάννης Κ. Καδέλλης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Διδακτικές Σημειώσεις για το μάθημα Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Τεύχος Γ', Πειραιάς, Δεκέμβριος 2007

και στη μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής από τη Δ.Ε.Η., δεδομένου ότι η κάλυψη των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

- xvi)** Προσθέτουν κύρος στον χρήστη τους. Στις πλέον ανεπτυγμένες αγορές η εγκατάσταση Φ/Β αποτελεί πλέον τον κανόνα σε κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή.
- xvii)** Συμβάλουν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας ανά MW ή /και ανά επενδυμένο € περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη ενεργειακή τεχνολογία. Η εγχώρια παραγωγή Φ/Β συνεπάγεται τη δημιουργία εκατοντάδων θέσεων εργασίας.
- xviii)** Αποτελούν μέσο εισόδου ξένων επενδύσεων στην Ελλάδα.
- xix)** Συμβάλουν στην Περιφερειακή Ανάπτυξη και την τοπική απασχόληση, λόγω του αποκεντρωμένου χαρακτήρα της<sup>45</sup>.

#### **Μειονεκτήματα:**

- i)** Χαρακτηρίζονται από υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης (που επιβαρύνεται λόγω έλλειψης επιδοτήσεων).
- ii)** Απαιτούνται σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης.
- iii)** Σημειώνουν ακόμη και σήμερα σχετικά χαμηλό βαθμό απόδοσης.

#### **8.1.5. ΤΡΟΠΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Σήμερα χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τρόποι εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων:

##### **a) Αυτοδύναμα ή αυτόνομα Φ/Β συστήματα (off-grid systems)**

Είναι ιδανικά για απομακρυσμένες περιοχές όπου δεν υπάρχει τρόπος διασύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και όπου είναι δύσκολη η μεταφορά καυσίμου σε περίπτωση χρήσης γεννήτριας ντίζελ. Το σύστημα απαιτεί και την ύπαρξη μονάδας αποθήκευσης (συσσωρευτές) για τη συνεχή λειτουργία του κατά τις νυκτερινές ώρες ή ώρες μειωμένης ηλιοφάνειας.

Ένας ειδικός ρυθμιστής φόρτισης ρυθμίζει την ενέργεια των Φ/Β προκειμένου να εξασφαλιστεί η άριστη φόρτιση των συσσωρευτών. Σε απλές εγκαταστάσεις, η ενέργεια απορροφάται κατευθείαν μέσω των συσσωρευτών από καταναλωτές συνεχούς ρεύματος, ενώ σε εγκαταστάσεις με καταναλωτές εναλλασσόμενου ρεύματος, το ρεύμα της μπαταρίας μετατρέπεται από συνεχές σε εναλλασσόμενο με αντιστροφέα (inverter).

Συστήματα αυτής της κατηγορίας, χρησιμοποιούνται σήμερα σε ραδιοφωνικούς ή τηλεοπτικούς αναμεταδότες, σε συστήματα επιτήρησης, σε τηλεφωνικούς θαλάμους, σε κεραιές κινητής τηλεφωνίας, σε φάρους, σε

<sup>45</sup> Κωνσταντίνος Α. Μπαλάρας, *Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, Απρίλιος 1992*

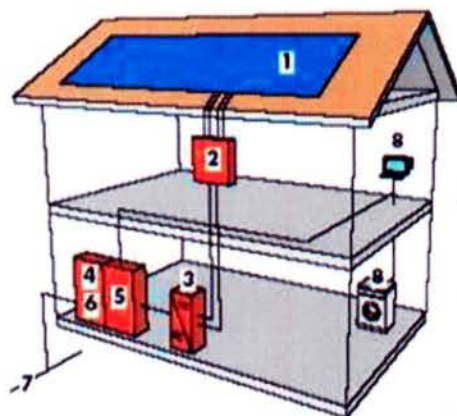
διαφημιστικές πινακίδες, σε στάσεις συγκοινωνίας και σε οδοφωτισμό. Επίσης σε βάρκες και τροχόσπιτα, σε αρδευτικές εγκαταστάσεις, σε γεωτρήσεις, σε σιντριβάνια και σε αυθαίρετα οικήματα. Στις ανωτέρω εφαρμογές χρησιμοποιούνται συσσωρευτές, αλλά στην περίπτωση όπου απαιτούνται υψηλότερα ποσά ενέργειας, είναι δυνατόν να συνδυαστούν με γεννήτριες βιομάζας, με ανεμογεννήτριες ή με γεννήτριες ντίζελ, ώστε να προκύψει ένα υβριδικό σύστημα τροφοδότησης ενέργειας.

### β) Διασυνδεδεμένα Φ/Β με το δίκτυο (grid-connected systems)

Τα διασυνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα θα αποτελέσουν, την κύρια περιοχή ενδιαφέροντος τα επόμενα έτη.

Τα συστήματα αυτά συνδέονται με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο<sup>46</sup>. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας ο παραγόμενος ηλεκτρισμός από ένα Φ/Β σύστημα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί άμεσα (όπως συνηθίζεται σε κτίρια γραφειακών ή εμπορικών χρήσεων) ή είναι δυνατόν να πωληθεί στη Δ.Ε.Η. Κατά τη διάρκεια των νυκτερινών ωρών, όπου το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν είναι δυνατόν να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, η τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσω του δικτύου της Δ.Ε.Η. Στην πράξη, το δίκτυο της Δ.Ε.Η. λειτουργεί ως συσσωρευτής ενέργειας και σε αυτή την περίπτωση, δεν είναι αναγκαία η εγκατάσταση συσσωρευτών. Είναι δυνατή όμως η εγκατάσταση συσσωρευτών, ώστε να χρησιμοποιηθεί το Φ/Β σύστημα, ως σύστημα Αδιάλειπτης Παροχής Ενέργειας (UPS),σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.

1. Φ/Β γεννήτρια
2. Ηλεκτρικός Πίνακας
3. Αντιστροφέας(inverter)
4. Κιβώτιο ασφαλειών
5. Μετρητής παραγωγής
6. Υφιστάμενος μετρητής
7. Δίκτυο ΔΕΗ
8. Εσωτερικοί καταναλωτές



Σχήμα 33: Διάταξη διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος στο ηλεκτρικό δίκτυο

<sup>46</sup> Υ.Π.Ε.Κ.Α., Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις, Διασύνδεση με δίκτυο, Αύγουστος 2009, σσ. 30-32, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos\\_pv\\_systematon.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos_pv_systematon.pdf)

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι χειρισμού ενός διασυνδεδεμένου συστήματος Φ/Β από τις εταιρίες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Για παράδειγμα, στη Γερμανία, όλη η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στην ηλεκτρική εταιρεία και ο καταναλωτής αγοράζει ανάλογα με τις απαιτούμενες ανάγκες. Αντίθετα στην Αυστρία, η παραγόμενη ενέργεια, καλύπτει πρώτα τις ανάγκες του παραγωγού και το περίσσειμα πωλείται στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Στα επόμενα σχήματα, απεικονίζονται διατάξεις διασυνδεδεμένων Φ/Β συστημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο.

### 8.1.6. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

Τα Φ/Β συστήματα είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες ή κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Παρέχονται σε διάφορα μεγέθη και είναι δυνατόν να υποκαταστήσουν τμήμα μιας κεραμοσκεπής (μειώνοντας και το αντίστοιχο κόστος), τα υαλοστάσια σε μια πρόσοψη ή να χρησιμοποιηθούν ως φωταγωγοί (skylights). Ήδη παράγονται Φ/Β κεραμίδια που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στη θέση των κανονικών κεραμιδιών. Τα Φ/Β χρησιμοποιούνται επίσης ως σκίαστρα πάνω από παράθυρα (συνδράμοντας κατά αυτόν τον τρόπο στη μείωση των εξόδων κλιματισμού), σε πέργκολες και σε στέγαστρα χώρων στάθμευσης.

Παρέχονται σε διάφορα χρώματα (κατόπιν παραγγελίας) και σε διάφορα πάχη διαφάνειας για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές. Διατίθενται επίσης σήμερα διαφανή Φ/Β, για προσόψεις εμπορικών κτιρίων, με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e) που επιτυγχάνουν πέραν της ηλεκτροπαραγωγής, εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με τα συμβατικά υαλοστάσια ενός κτιρίου.

Για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων σε ένα κτίριο, υπάρχουν τέσσερις (4) βασικοί τρόποι:

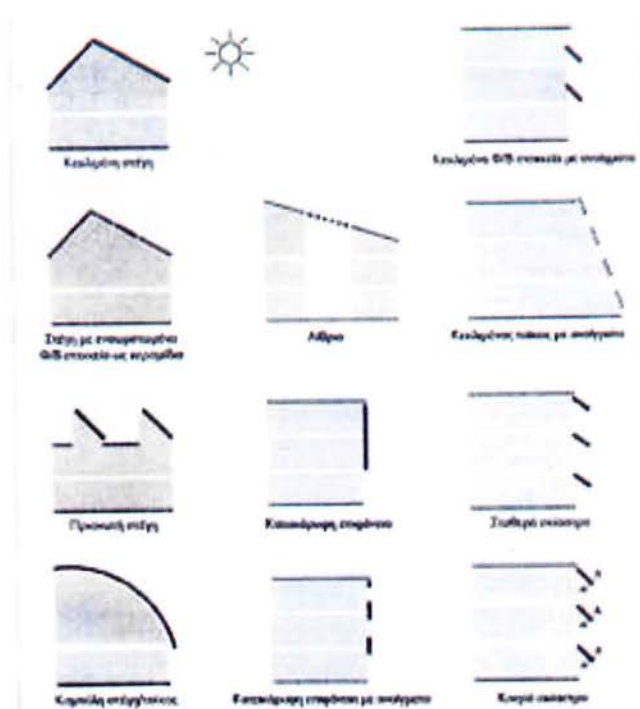
- α) Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα,
- β) Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους,
- γ) Απ' ευθείας τοποθέτηση και
- δ) Ενσωμάτωση των Φ/Β στο κέλυφος του κτιρίου<sup>47</sup>.

Τα Φ/Β συστήματα είναι δυνατόν να διαθέτουν ή να μη διαθέτουν πλαίσιο (συνήθως από αλουμίνιο). Τα πρώτα χρησιμοποιούνται σε κεκλιμένες στέγες (ενσωματωμένα ή πρόσθετα) ή σε επίπεδες οροφές, ενώ τα δεύτερα σε προσόψεις (σαν κοινοί υαλοπίνακες) ή τοιχώματα.

Στο ακόλουθο σχήμα, απεικονίζονται διάφορες δυνατότητες τοποθέτησης Φ/Β συστημάτων πάνω σε ένα κτίριο.

<sup>47</sup> Εθνικό Τυπογραφείο, ΚΥΑ (ΦΕΚ 1079/04.06.2009/τ.Β'): «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr>





Σχήμα 34: Τοποθέτηση Φ/Β συστημάτων σε κτίρια



Σχήμα 35: Εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις

### 8.1.7. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### α) Σκίαση

Πρέπει να διατίθεται επάρκεια ελεύθερου και ασκίαστου χώρου. Αδρομερώς απαιτούνται 8m<sup>2</sup>/kW για μονοκρυσταλλικά Φ/Β, 10m<sup>2</sup> για πολυκρυσταλλικά και περίπου η διπλάσια επιφάνεια για τα άμορφα Φ/Β.

#### β) Προσανατολισμός

Τα Φ/Β συστήματα πρέπει να τοποθετούνται σε νότιο προσανατολισμό. Στην περίπτωση όπου τοποθετηθούν σε κάθετη επιφάνεια, ο προσανατολισμός πρέπει να είναι νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός. Αν τοποθετηθούν κεκλιμένα, μία ευρύτερη ποικιλία προσανατολισμών θα παρέχει ανεκτά ενεργειακά αποτελέσματα. Η περίπτωση του βόρειου προσανατολισμού πρέπει οπωσδήποτε να αποφεύγεται.

#### γ) Κλίση

Η κεκλιμένη Φ/Β μονάδα δέχεται υψηλότερα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας από μία κατακόρυφη. Κάθε γωνία μεταξύ της ορθής γωνίας και των 150° είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί. Η γωνία των 15° προτείνεται για να είναι εφικτή η έκπλυση της σκόνης από τη βροχή. Η βέλτιστη γωνία είναι 30°-40° για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με νότιο προσανατολισμό. Κανονικά η γωνία πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου εγκατάστασης.

#### δ) Ύπαρξη κατάλληλου χώρου για τα ηλεκτρικά συστήματα και τις μπαταρίες

#### ε) Βάρος (αν τοποθετηθεί σε στέγη)

Ένα πλήρες Φ/Β σύστημα ζυγίζει 15-20kg/m<sup>2</sup>. Αυτό δε συνιστά ιδιαίτερο ζήτημα σε θέματα στατικής επάρκειας του κτιρίου, αλλά καλό είναι να λαμβάνεται υπόψη.

#### στ) Αερισμός

Η αύξηση της θερμοκρασίας ελαττώνει την απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος, γι' αυτό η μία μεριά του Φ/Β πρέπει να αερίζεται επαρκώς<sup>48</sup>.

### 8.1.8. ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ότι στην Ελλάδα ένα Φ/Β σύστημα είναι δυνατόν να παράγει 1.100-1.500kWh/έτος/kW. Σε γενικές γραμμές, αυτό σημαίνει ότι ένα αυτόνομο Φ/Β εγκατεστημένης ισχύος 2-3kW, είναι δυνατόν να καλύψει τις ανάγκες μιας τριμελούς οικογένειας. Κατέχει όμως πολύ

<sup>48</sup> Υ.Π.Ε.Κ.Α., Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις, Διασύνδεση με δίκτυο, Αύγουστος 2009, σσ. 8-13, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos\\_pv\\_systimatou.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos_pv_systimatou.pdf)

σημαντικό ρόλο, ο τρόπος χρησιμοποίησης αυτής της ενέργειας, αν η οικία είναι κύρια κατοικία ή εξοχική, η περιοχή, το πλήθος των ατόμων και το ημερήσιο πρόγραμμά τους.

**Πίνακας 14: Τυπική ισχύς (kW) και μηνιαίες καταναλώσεις διαφόρων οικιακών συσκευών (kWh)**

Ηλεκτρική συσκευή	Τυπική ισχύς (W)	Μηνιαία κατανάλωση (kWh)
Ανεμιστήρας	100	4
Βίντεο	30	1
Κασετόφωνο	100	1
Καυστήρας πετρελαίου	250	15
Κλιματιστικό	1500	100
Κουζίνα	6000	120
Λαμπτήρας πυρακτώσεως	75	9
Λαμπτήρας φθορισμού	20	2,4
Μάτι κουζίνας	500	15
Πλυντήριο πιάτων	1000	30
Πλυντήριο ρούχων	3500	9
Ραδιόφωνο	70	6
Σίδερο	1000	5
Στεγνωτήρας μαλλιών	400	1
Στερεοφωνικό	150	15
Τηλεόραση ασπρόμαυρη	50	10
Τηλεόραση έγχρωμη	200	40
Τοσπιέρα	1000	5
Τρυπάνι	250	4
Υπολογιστής	80	5
Φούρνος μικροκυμάτων	1500	15
Ψυγείο	350	180

Σε περίπτωση διασυνδεδεμένου συστήματος, δεν προκύπτει κανένα ζήτημα, διότι το ηλεκτρικό δίκτυο καλύπτει πάντοτε τη ζήτηση αιχμής μίας κατοικίας. Αλλά στα αυτόνομα συστήματα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιμέρους καταναλώσεις, σύμφωνα με τον ανωτέρω πίνακα. Εντούτοις τα υψηλά επίπεδα καταναλώσεων (κουζίνα, φούρνος, θερμοσίφωνα) θα πρέπει να καλύπτονται με άλλες πηγές ενέργειας (αέριο για την κουζίνα, ηλιακό θερμοσίφωνα για το θερμό νερό, αβαθή γεωθερμία για θερμαντικές – ψυκτικές ανάγκες). Όμως τα φορτία φωτισμού με λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας και η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών (υπολογιστές, ηχητικά συγκροτήματα, ψυγεία, τηλεοράσεις, τηλεπικοινωνίες) συνιστούν ανάγκες που καλύπτονται εύκολα και οικονομικά μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Για τον υπολογισμό ενός Φ/Β συστήματος πρέπει να είναι γνωστές:

- Οι τιμές ηλιοφάνειας θέσης εγκατάστασης.
- Οι απαιτήσεις φορτίου.

## α) Ηλιοφάνεια και «ώρες αιχμής»

Η ηλιοφάνεια δίνεται σε Langleys/day (1 Langley =  $1 \text{ cal/cm}^2 = 10 \text{ kcal/m}^2$ ) και οι ημερήσιες τιμές δίνονται ανά μήνα. Για απλοποίηση όμως των υπολογισμών τα Langleys/day μετατρέπονται σε «ώρες αιχμής» διαιρούμενα δια του 0,0116, οπότε «ώρες αιχμής» είναι ο ισοδύναμος μέσος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας ανά ημέρα σε σταθερές συνθήκες.

**Πίνακας 15: Μέσες τιμές ακτινοβολίας**  
Μέσες τιμές ακτινοβολίας σε Langleys/day  
(1 Langley =  $1 \text{ cal/cm}^2 = 10 \text{ kcal/m}^2$ )

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο. έτους
Αθήνα	181	227	308	421	527	545	638	500	427	288	200	120	371
Θεσσαλονίκη	136	177	206	387	420	523	549	454	375	241	138	122	323
Ηράκλειο	184	230	305	430	544	613	627	580	450	291	215	181	380

## β) Απαιτήσεις φορτίου - Μέγεθος Φ/Β συστήματος

Οι απαιτήσεις φορτίου εξαρτώνται από την τάση (Volt) και το ρεύμα σε ΑΗ/ημέρα του φορτίου. Ανάλογα με την απαιτούμενη τάση ή ένταση, τα Φ/Β στοιχεία συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα αντίστοιχα. Το συνολικό πλήθος στοιχείων είναι το γινόμενο του πλήθους των σε σειρά επί τον αριθμό των παράλληλα συνδεδεμένων στοιχείων. Για την εκτίμηση του μεγέθους των συσσωρευτών πολλαπλασιάζεται το ημερήσιο φορτίο (ΑΗ/ημέρα) με ένα σταθερό πλήθος ημερών αποθήκευσης.

**Πίνακας 16: Εκτίμηση μεγέθους συσσωρευτών**

Γεωγραφικό πλάτος	Ημέρες αποθήκευσης	Μέγεθος μπαταριών ΑΗ	
0° - 30°	15	15	} Χ ημερήσιο φορτίο σε ΑΗ/day
30° - 40°	20	20	
40° - 50°	25	25	
50° και άνω	30	30	

**Παράδειγμα**

Να υπολογισθεί το Φ/Β σύστημα τροφοδότησης μίας κατοικίας στην Κρήτη, της οποίας όλες οι ηλεκτρικές καταναλώσεις έχουν συνολική ισχύ 1.150W και λειτουργούν κατά μέσο όρο 10H.

**Λύση**

i) Το ημερήσιο φορτίο της κατοικίας θα είναι:

$$(1150W / 230V) \times 10H = 50AH/\text{ημέρα}.$$

ii) Η μέση ηλιοφάνεια της Κρήτης είναι  $383 \times 0,00116 = 4,4$  ώρες / ημέρα.

iii) Θα χρησιμοποιηθούν στοιχεία με ονομαστική τάση 12V και ρεύμα 2A.

iv) Για να ληφθούν τα 230V της κατοικίας, συνδέονται σε σειρά: τάση συστήματος / τάση στοιχείων =  $230 / 12 = 19$  στοιχεία.

ν) Το φορτίο που παράγεται από κάθε στοιχείο θα είναι: ώρες αιχμής x ρεύμα στοιχείου =  $4,4\text{h}/\text{ημέρα} \times 2\text{A} = 8,8\text{Ah}/\text{ημέρα}$

Αρα, το πλήθος των στοιχείων παράλληλα:  $50\text{Ah}/\text{ημέρα} : 8,8\text{Ah}/\text{ημέρα} = 6$  στοιχεία

Ολικός αριθμός στοιχείων:  $19 \times 6 = 114$

Μέγεθος μπαταριών:  $20\text{ημέρες} \times 50\text{Ah}/\text{ημέρα} = 1000\text{Ah}$ <sup>49</sup>.

### 8.1.9. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ Δ.Ε.Η. ΣΕ ΣΤΕΓΑΣΤΡΑ ΑΠΟΒΑΘΡΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ

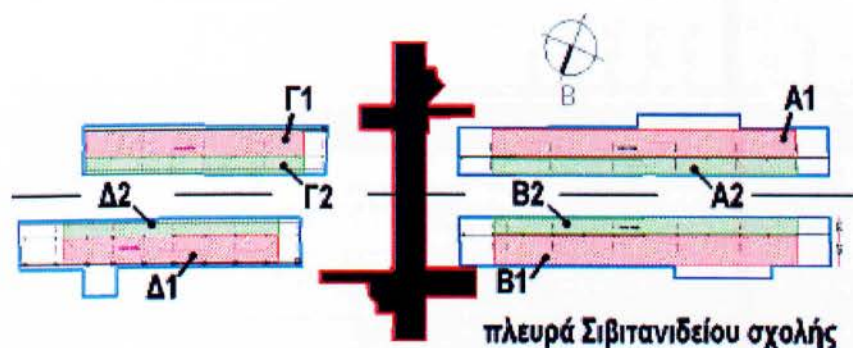
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης Φ/Β συστήματος ισχύος  $99,84\text{kWp}$  στα στεγαστρα αναμονής επιβατών στις αποβάθρες του σταθμού Καλλιθέας του δικτύου αστικού σιδηροδρόμου ΗΣΑΠ. Η επιλογή του συγκεκριμένου σταθμού, μεταξύ άλλων, έγινε σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια:

- Καλός προσανατολισμός και κλίση των στεγαστρων των αποβάθρων για όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Επίπεδη επιφάνεια στεγαστρων χωρίς πρόσθετες στηρίξεις (αντηρίδες) στο ενδιαμέσο τους, γεγονός που θα εμπόδιζε την τοποθέτηση των Φ/Β πλαϊσίων.
- Σταθμός που εξασφαλίζουν ασφάλεια της εγκατάστασης από βανδαλισμούς.
- Αποφυγή στεγαστρων με αλληλοεπικάλυψη με συνέπεια τη δημιουργία σκιάσεων με δυσάρεστα αποτελέσματα στην αποδοτικότητα αλλά και την καλή λειτουργία του συστήματος.
- Αποφυγή σταθμού που συνορεύουν με όμορα κτίρια (δημιουργία σκιάσεων).
- Αποφυγή σταθμού με δέντρα στα όριά τους (σκιάσεις).
- Έμφαση στην ανάδειξη του στεγαστρου και όχι καταστροφή της αρχιτεκτονικής του καλαισθησίας.
- Εύκολη προσβασιμότητα στα Φ/Β πλαίσια.
- Αποφυγή σταθμού που έχει κριθεί διατηρητέος αρχιτεκτονικά (προβλήματα με πολεοδομία, χρειάζεται έγκριση της ΕΠΑΕ κλπ).
- Η εγκατεστημένη ισχύς του Φ/Β συστήματος να μην ξεπερνά τα  $100\text{kWp}$  για την εξασφάλιση της μέγιστης τιμής πώλησης της παραγόμενης kWh,  $0,45282\text{€/kWh}$  (εάν το σύστημα είχε ισχύ μεγαλύτερη από  $100\text{kWp}$  η τιμή πώλησης βάση του Άρθρου 13 Ν.3468/2006 θα ήταν  $0,4028\text{€/kWh}$  και θα

<sup>49</sup> Ιωάννης Κ. Καλδέλλης – Κοσμάς Κ. Καββαδίας, Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας (Αιολική Ενέργεια – Ηλιακή Ενέργεια – Υδάτινο Δυναμικό – Βιομάζα – Γεωθερμία) Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Εκδόσεις "Αθ. Σταμούλης", Πειραιάς 2001, σσ. 239-256

οδηγούσε σε μικρότερο κέρδος – ίσως και μηδενικό – για την επενδυτική πρόταση – τιμές 2007).

Το Φ/Β σύστημα που προτείνεται να εγκατασταθεί θα είναι ισχύος 99,84kWp, ώστε να μην υπερβαίνει τα 100kWp. Αυτό επιλέχθηκε με σκοπό την εξασφάλιση της μέγιστης τιμής πώλησης της παραγόμενης kWh για τους λόγους που προαναφέραμε. Τα Φ/Β πλαίσια θα εγκατασταθούν και στα τέσσερα στέγαστρα του σταθμού της Καλλιθέας, όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα.



**Σχήμα 36: Κάτοψη στεγαστρών σταθμού Καλλιθέας**

Το συνολικό κόστος εγκατάστασης ενός Φ/Β συστήματος είναι 5€/Wp και περιλαμβάνει την αγορά αλλά και την εγκατάσταση του όλου συστήματος (δηλαδή Φ/Β πλαίσια, καλωδιώσεις, μετατροπείς – inverter, τη μελέτη αλλά και την εγκατάσταση από το ειδικευμένο προσωπικό) – τιμές 09/2008. Επιπλέον, η αρχική τιμή πώλησης 0,45282€/kWh αφορά σε θεσμοθετημένη τιμή πώλησης για το 2007, ενώ η ετήσια μείωση της απόδοσης λόγω γήρανσης των Φ/Β στοιχείων (0,8% μείωση της ετήσιας παραγόμενης ενέργειας) είναι στοιχεία που δίνει ο Ιάπωνας κατασκευαστής του Φ/Β πλαισίου KC 130 GHΤ-2. Η ετήσια αναπροσαρμογή της τιμής είναι βάσει νομοθετικής ρύθμισης το 80% του πληθωρισμού (δηλαδή 2,4% ετήσια αναπροσαρμογή της τιμής του πρώτου έτους).

Παράλληλα, επειδή πρόκειται για εγκατάσταση στην περιφέρεια της Αττικής, η χρηματοδότηση είναι μόνο 20% του συνολικού κόστους της επένδυσης από το δημόσιο χωρίς να μπορεί να λάβει επιπλέον χρηματοδότηση λόγω του μεγάλου μεγέθους της επιχείρησης (μεγάλο ετήσιο ενεργητικό). Σε ό,τι αφορά στο κεφάλαιο ίδιας συμμετοχής αυτό δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 25% του συνολικού αρχικού κόστους της εγκατάστασης βάσει του επενδυτικού νόμου Ν.3299/2004 και των τροποποιητικών διατάξεων αυτού (Δεκέμβριος 2006). Όσο για την δανειοδότηση, επειδή πρόκειται για έργο κοινής ωφελείας, οι τράπεζες δανειοδοτούν με ετήσιο επιτόκιο 6%.

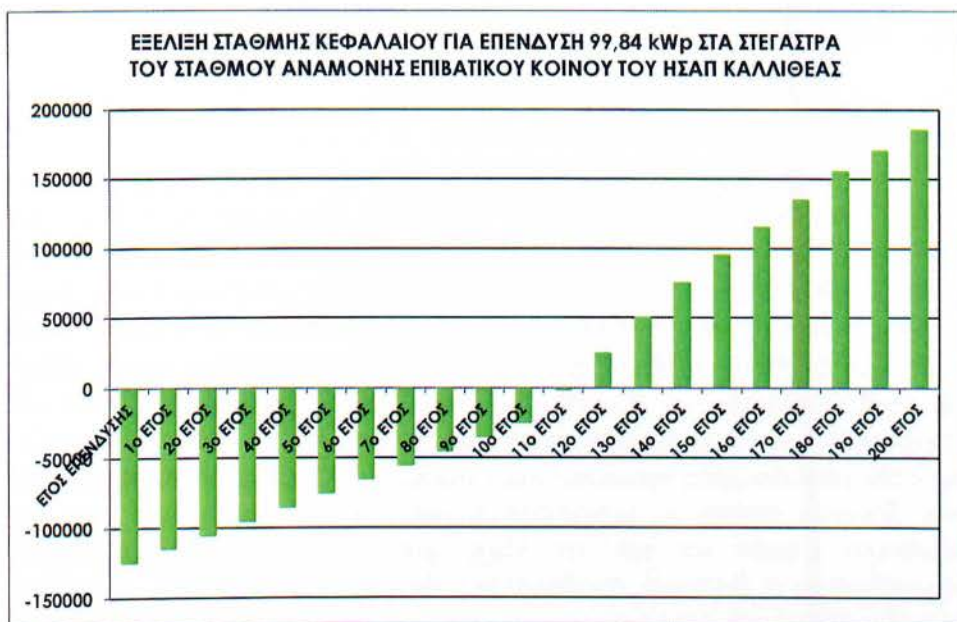
Η ασφάλιση της εγκατάστασης (για την εξασφάλιση αποζημίωσης σε περίπτωση φυσικών καταστροφών, βανδαλισμού κλπ) είναι υποχρεωτική, διότι οι τράπεζες δεν μπορούν να δανειοδοτήσουν τον φορέα για την υλοποίηση

του έργου. Το κόστος συντήρησης περιλαμβάνει την πιθανότητα αντικατάστασης κάποιου πλαισίου λόγω αστοχίας υλικού, καθώς και τους καθαρισμούς των επιφανειών των φ/β πλαισίων του συστήματος λόγω αυξημένης ρύπανσης της ατμόσφαιρας.

Στο ιστόγραμμα που ακολουθεί παρατίθεται η εξέλιξη της στάθμης του κεφαλαίου που επενδύει ο φορέας – κεφαλαίο ιδίας συμμετοχής. Η στάθμη κεφαλαίου στο τέλος του 20ου έτους λειτουργίας του Φ/Β συστήματος ουσιαστικά μας δίνει το καθαρό κέρδος (αναγωγή στο σήμερα) που θα είχε ο φορέας (ΗΣΑΠ), εάν επένδυε 124.800€ σήμερα.

**Πίνακας 17: Δεδομένα Φ/Β εγκατάστασης στον σταθμό του ΗΣΑΠ στην Καλλιθέα**

Δεδομένα εγκατάστασης	
Εγκατεστημένη ισχύς ( $P_{pε}$ ) [kWp]	99,84
Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πρώτου έτους λειτουργίας του Φ/Β συστήματος ( $E_{mε}$ ) [kWh]	122,625
Ετήσια μείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω γήρανσης των Φ/Β στοιχείων [%]	0,8
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ( $C_n$ ) [€/kWh]	0,45282
Κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος για κάθε ένα Wp [€/Wp]	5,00
Συνολικό αρχικό κόστος Φ/Β συστήματος ( $AK=IΣ+E+Δ$ ) [Ευρώ]	499.200
Κεφάλαιο ίδιας συμμετοχή (IΣ) {% του AK} [Ευρώ]	25%
Κεφάλαιο επιχορήγησης (E) {% του AK} [Ευρώ]	20%
Κεφάλαιο δανείου (Δ) [Ευρώ]	274.560
Επιτόκιο δανείου (r) [%]	6
Διάρκεια δανείου (δ) [έτη]	10
Τοκοχρεωλύσιο [Ευρώ]	37.304
Κόστος συντήρησης και λειτουργίας πρώτου έτους (ΚΣΛ) [Ευρώ]	1.498
Κόστος ασφάλισης πρώτου έτους (ΚΑ) [Ευρώ]	3.494
Συντελεστής φορολογίας (ΣΦ) [%]	20,0
Πληθωρισμός (η) [%]	2,0
Ετήσια αύξηση τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ( $e_z=0,8*π$ ) [%]	2,4
Ετήσια αύξηση κόστους συντήρησης και λειτουργίας ( $e_k$ ) [%]	3,0
Ετήσια αύξηση κόστους ασφάλισης ( $e_a$ ) [%]	3,0
Οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης [έτη]	20



**Σχήμα 37:** Ιστόγραμμα με την εξέλιξη της στάθμης κεφαλαίου ίδιας συμμετοχής (25% του συνολικού αρχικού κόστους της εγκατάστασης, 20% επιδότηση και 55% 10ετή δανειοδότηση) για την επενδυτική πρόταση εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στον σταθμό του ΗΣΑΠ Καλλιθέας.

Τα θετικά συμπεράσματα που μπορούμε να βγάλουμε από τα αποτελέσματα της μελέτης του Φ/Β συστήματος στον σταθμό της Καλλιθέας είναι:

1. Σε βάθος 20ετίας που εξετάστηκε το επενδυτικό αυτό σχέδιο, εμφάνισε πολύ καλή εξέλιξη που δίνει σιγουριά ως σενάριο επένδυσης – έντοκη περίοδο αποπληρωμής των ιδίων κεφαλαίων του επενδυτή τα 12 έτη (20% επιχορήγηση και 2,4% ετήσια αναπροσαρμογή της τιμής πώλησης της παραγόμενης kWh).
2. Η ΚΠΑ του έργου είναι 186.089€ (για 20% επιχορήγηση και 2,4% ετήσια αναπροσαρμογή της τιμής πώλησης της παραγόμενης kWh) με αποτέλεσμα ο φορέας να έχει μεγάλο κέρδος.
3. Η πρόταση εγκατάστασης δεν αλλοιώνει την αρχιτεκτονική των στεγάστρων (η ρύθμιση της κλίσης των Φ/Β πλαισίων θα γίνει με αποστάτες 3-4cm πάνω στα στέγαστρα).
4. Το έργο στη θέση που επιλέχθηκε αποτελεί μια καλή διαφήμιση για τον ΗΣΑΠ – σταθμός με μεγάλη επιβατική κίνηση.
5. Το σύστημα επειδή είναι ισχύος μέχρι 100kWp μπορεί να συνδεθεί κάλλιστα στο δίκτυο της χαμηλής τάσης (χωρίς πρόσθετες οικονομικές επιβαρύνσεις που θα είχε ένα μεγαλύτερο σύστημα - αναγκαστική σύνδεση στη μέση τάση)<sup>50</sup>.

<sup>50</sup> Τσορός Στάμος, Τζουβαδάκης Ιωάννης, Ανάπτυξη οικονομοτεχνικής μεθοδολογίας για την εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β) Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2010, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,



## 8.2. ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

### 8.2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά τη λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνου επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του. Έτσι επιτυγχάνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κυκλοφορητή (αντλία) η συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), έως ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατόν πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι υψηλότερα από το θερμότερο σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα υψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος.

### 8.2.2. ΕΙΔΗ

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

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

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) διότι δεν είναι δυνατόν να προστεθούν αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος το θερμαινόμενο μέσο είναι δυνατόν να είναι και άλλο ρευστό (πχ. έλαιο). Αν είναι νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.

- Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
- Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού).

Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δε βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν κάποια ελάχιστα εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξαεριστικά.

Το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες), που είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας.
- Τους σωλήνες ροής του νερού.
- Την κάλυψη (κρύσταλλο) της πλάκας απορρόφησης και
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στον χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και την υάλινη επικάλυψη. Κατ' αρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, αυξάνοντας τη θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία ο υαλοπίνακας που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν αδιαφανής. Κατά αυτόν τον τρόπο, η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμότητα) εγκλωβίζεται ανάμεσα στην πλάκα και τον υαλοπίνακα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σε επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η υψηλή απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο χαμηλός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης – τιμής είναι η ύαλος και η επιφάνεια από αλουμίνιο, χρωματισμένη μαύρη.

### **Δεξαμενή αποθήκευσης**

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από τη διάβρω-

ση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για δαπανηρότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης είναι δυνατόν να είναι χάλκινη ή ανοξείδωτη. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα.

Συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλάκτη (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων (ανάμεσα στα δύο τοιχώματα κυκλοφορεί το θερμαινόμενο μέσο).

### **Εγκατάσταση**

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσιφώνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο θερμοσίφοντας όσο περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας γίνεται. Απόκλιση μέχρι 15 μοίρες από τον νότο δεν έχει σημαντική επίπτωση στην απόδοσή του. Σε μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται μείωση της απόδοσης. Ακόμα η κλίση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να είναι 20-50 μοίρες. Μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίση μειώνει την απόδοση.

Οι προβλεπόμενες συνδέσεις για τη λειτουργία του είναι δύο υδραυλικές (είσοδος κρύου νερού, έξοδος ζεστού νερού χρήσης) και μία ηλεκτρική (ηλεκτρική αντίσταση). Στην είσοδο του κρύου νερού πρέπει να τοποθετηθεί βάνο για να είναι δυνατή η απομόνωσή του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Καλό είναι στις υδραυλικές σωληνώσεις να τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Καλό είναι επίσης στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό μονωτικό περίβλημα καλής ποιότητας.

Απαιτείται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως επιφανειακός καθαρισμός των πλακών, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος). Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους (χιόνι, παγετός κλπ) συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί ή χαρτόνι για να αποφευχθεί η καταστροφή τους (θραύση). Σημειώνεται ότι η κάλυψη των κρυστάλλων δεν προσφέρει καμία προστασία σε περίπτωση θερμοσιφώνων ανοικτού κυκλώματος. Το μόνο αποτελεσματικό μέτρο σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το πλήρες άδειασμα του θερμοσίφωνα από το νερό μέχρι να αυξηθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από το μηδέν.

### **Ο ηλιακός θερμοσίφοντας ως οικολογική συσκευή**

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι μία από τις "καθαρότερες" και πλέον αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφοντας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες

ευρώ από τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές έτους 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.

### Λύση από τον ήλιο

Η εξοικονόμηση ενέργειας ενός ηλιακού θερμοσίφωνα σε σύγκριση με έναν ηλεκτρικό την ημέρα που υπάρχει συννεφιά κυμαίνεται από 10% έως 20%. Αντίθετα, σε μία ημέρα με ηλιοφάνεια – συχνό φαινόμενο στη χώρα μας – η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει ακόμα και το 100%. Με αυτόν τον τρόπο η απόσβεση του νέου θερμοσίφωνα εκτιμάται ότι γίνεται σε ένα με ενάμιση έτος<sup>51</sup>.

#### 8.2.4. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Στην παρούσα ενότητα, περιγράφεται η τεχνοοικονομική μελέτη μιας εγκατάστασης μονάδας παροχής θερμού νερού σε ξενοδοχείο δυναμικότητας 500 ατόμων (με παροχή 50lt/άτομο την ημέρα) στο νησί της Ρόδου. Για την παραγωγή θερμού νερού, επιλέχθηκε ηλιακό σύστημα κλειστού κυκλώματος με εξωτερικό εναλλάκτη και με επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες σε σειρά, καθώς θεωρείται αρκετά ασφαλές και αξιόπιστο ενώ ταυτόχρονα, με τη χρήση του είναι δυνατόν να παραχθεί μεγάλη ποσότητα θερμού νερού. Η ολικά απαιτούμενη ενέργεια για τη θέρμανση του νερού υπολογίστηκε ως το άθροισμα της ενέργειας που πρέπει να προσφερθεί για την ανύψωση της θερμοκρασίας στο επιθυμητό επίπεδο και των θερμικών απωλειών κατά τη διανομή του νερού στο δίκτυο διανομής του. Από το πηλίκο της απαιτούμενης ενέργειας προς την παρεχόμενη θερμική ενέργεια μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας για κάθε μήνα του έτους, προσδιορίστηκε η απαιτούμενη συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών και η μεγαλύτερη τιμή της χρησιμοποιήθηκε για την τεχνοοικονομική μελέτη.

Επιπρόσθετα, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες χαρακτηρίζονται από μεγάλη διαθεσιμότητα στην ελληνική αγορά, χαμηλό κατασκευαστικό κόστος και κόστος συντήρησης, έναντι των εναλλακτικών επιλογών των σωλήνων κενού και των συγκεντρωτικών συλλεκτών.

Στο εσωτερικό των επίπεδων συλλεκτών κυκλοφορεί αντιπηκτικό διάλυμα και μεταξύ των συλλεκτών και της δεξαμενής του νερού, χρησιμοποιείται εναλλάκτης θερμότητας, που είναι αρκετά πιο οικονομικός συγκριτικά με την περίπτωση που το αντιπηκτικό διάλυμα χρησιμοποιείται ως θερμοαποθηκευτικό μέσο.

Σύμφωνα με τον πρόεδρο της ΕΒΗΕ (Ένωση Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας), τα συστήματα ηλιακής ενέργειας (ηλιακοί θερμοσίφωνες) έχουν

<sup>51</sup> Κωνσταντίνος Α. Μπαλάρας, Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, Απρίλιος 1992

χρόνο απόσβεσης 4-5 χρόνια. Για αυτόν τον λόγο η επένδυση σε ηλιακά συστήματα συμφέρει, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει μακροπρόθεσμα οικονομική λειτουργία προς όφελος των χρηστών αλλά και της Εθνικής Οικονομίας, η οποία δε χρειάζεται να σπαταλά συνάλλαγμα για την εισαγωγή συμβατικών καυσίμων.

Για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση, χρησιμοποιήθηκαν 235 επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες από γνωστή ελληνική εταιρεία κατασκευής και πώλησης ηλιακών εγκαταστάσεων. Ο κάθε συλλέκτης έχει εμβαδόν 2m<sup>2</sup>. Το κόστος αγοράς του ανέρχεται σε 232€ και το κόστος εγκατάστασής του σε 44€. Αγνοείται το κόστος σύνδεσης γιατί έχει σχετικά μικρή συνεισφορά στο συνολικό κόστος. Η διάρκεια ζωής των συλλεκτών είναι εικοσαετής.

Για να ελεγχθεί η αποδοτικότητα της επένδυσης, χρησιμοποιείται η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας. Αν όλες οι εισροές που δημιουργεί μια επένδυση αναχθούν σε ένα χρονικό σημείο (συνήθως στην αρχή) και αθροιστούν αλγεβρικά το άθροισμα καλείται καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης (ΚΠΑ). Οι προαναφερθείσες εισροές λαμβάνονται θετικές όταν αναφέρονται σε έσοδα και αρνητικές όταν αναφέρονται σε έξοδα. Το μέγεθος της καθαρής παρούσας αξίας αποτελεί κριτήριο για την αξιολόγηση της επένδυσης.

Στην περίπτωση επένδυσης σε ηλιακή εγκατάσταση η καθαρή παρούσα αξία ορίζεται ως εξής:

$$ΚΠΑ = P_{s1} - FC_{s1}$$

όπου:

$P_{s1}$ : το άθροισμα των ετήσιων απολαβών λόγω εξοικονόμησης ενέργειας από τη χρήση του ηλιακού συστήματος.

$FC_{s1}$ : το κόστος του συστήματος για το χρόνο ζωής του.

Όλα τα παραπάνω οικονομικά μεγέθη πρέπει να αναχθούν σε σημερινές τιμές. Για να είναι λοιπόν μια εγκατάσταση συμφέρουσα θα πρέπει ΚΠΑ > 0. Μεταξύ δυο ή περισσότερων εναλλακτικών λύσεων επιλέγεται εκείνη με την μεγαλύτερη ΚΠΑ.

Ένα άλλο σημαντικό οικονομικό μέγεθος είναι ο χρόνος αποπληρωμής, όπου ορίζεται ως η χρονική περίοδος που απαιτείται για την ανάκτηση της αρχικής πάγιας επένδυσης κεφαλαίου. Με άλλα λόγια είναι ο χρόνος που απαιτείται έτσι ώστε η καθαρή παρούσα αξία να μηδενιστεί.

#### Εκτίμηση του $P_{s1}$

Εξ' ορισμού:  $P_{s1} = Π.Ε. * CΕΙ$

Όπου:

Π.Ε.: το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας από τον ηλιακό συλλέκτη (τυπική τιμή ίση με 0,80)

CEI: ετήσιο κόστος λειτουργίας συμβατικού συστήματος

Εύρεση του CEI

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του συμβατικού ηλεκτρικού συστήματος βρίσκεται ως ακολούθως:

Το κάθε άτομο που διαμένει στην ξενοδοχειακή μονάδα καταναλώνει κατά μέσο όρο ημερησίως 50lt θερμού νερού. Αυτό σημαίνει ότι αν η ξενοδοχειακή μονάδα είναι χωρητικότητας 500 ατόμων, απαιτούνται ημερησίως 25.000lt θερμού νερού. Αν γίνει αναγωγή σε ετήσια βάση (365d/y) απαιτούνται: 9.125m<sup>3</sup>/y.

Για θέρμανση 1lt νερού απαιτούνται 0,0372kW (κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από τον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα). Έτσι για να θερμανθεί η παραπάνω ποσότητα νερού, αν θεωρήσουμε την απόδοση του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα ίση με 100%, απαιτούνται: 339.450kWh/y

Όμως η τυπική απόδοση ενός καινούριου ηλεκτρικού θερμοσίφωνα είναι 0.90. Έτσι απαιτείται η ακόλουθη ηλεκτρική ισχύς: 377.167kWh/y. Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) χρεώνει στον καταναλωτή το 1kW με 0.09€. Συνεπώς το ετήσιο λειτουργικό κόστος ανέρχεται σε: 33.945€/y.

Κατά συνέπεια,  $P_{sl} = 27.156€/y$

Εκτίμηση του  $FC_{sl}$ 

Εξ'ορισμού:  $FC_{sl} = n \{C_{pc} * A + C_{inst} + C_{con}\} / t_l$

όπου

n: ο αριθμός των ηλιακών συλλεκτών.

$C_{pc}$ : το κόστος αγοράς του ηλιακού συλλέκτη, ανά τετραγωνικό μέτρο.

A: η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη (m<sup>2</sup>).

$C_{inst}$ : το κόστος εγκατάστασης του ηλιακού συλλέκτη (το οποίο περιλαμβάνει κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης στην ταράτσα της ξενοδοχειακής μονάδας).

$C_{con}$ : το κόστος σύνδεσης (το οποίο περιλαμβάνει το κόστος σύνδεσης του μονωμένου σωλήνα και το κόστος σύνδεσης του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού).

$t_l$ : ο χρόνος ζωής της ηλιακής εγκατάστασης (y).

Τέλος, ο χρόνος αποπληρωμής ( $t_p$ ) υπολογίζεται αν διαιρέσουμε το  $P_{sl}$  με το συνολικό πάγιο κόστος του ηλιακού συστήματος ( $FC_{sl}$ ).

Εφαρμογή στην υπό μελέτη εγκατάσταση

Για την εγκατάσταση που πραγματεύεται η παρούσα εργασία, όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιούνται 235 επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες από γνωστή ελληνική εταιρεία κατασκευής και πώλησης ηλιακών εγκαταστάσεων. Ο κάθε συλλέκτης έχει εμβαδόν 2m<sup>2</sup>. Το κόστος αγοράς του ανέρχεται σε 232€ και το κόστος εγκατάστασής του σε 44€. Αγνοείται το κόστος σύνδεσης γιατί έχει σχετικά μικρή συνεισφορά στο συνολικό κόστος. Η διάρκεια ζωής των συλλεκτών είναι εικοσαετής.

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα λαμβάνονται οι ακόλουθες τιμές για τα οικονομικά μεγέθη της εγκατάστασης, οι οποίες παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 18: Οικονομικά μεγέθη για την επένδυση της δεδομένης ηλιακής εγκατάστασης**

$P_{sl}$	27.156 €
$FC_{sl}$	5.969 €
<b>ΚΠΑ</b>	21.187 €
$t_p$	4,5 years

Εύκολα διαπιστώνεται ότι η επένδυσή είναι κερδοφόρα αφού η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική και ο χρόνος αποπληρωμής της δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος<sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> Μάριος Βλάχος, Ελένη Χ. Κουτρούλη & Παναγιώτης Βλάχος, Τεχνοοικονομική αποτίμηση του ενεργειακού οφέλους εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών σε ξενοδοχειακή μονάδα δυναμικότητας 500 κλινών, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://sfhmy.ntua.gr/2007/papers/paper09.pdf>





### 9.1.1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, εκτός από την άμεση επίδραση που έχει στο κόστος λειτουργίας ενός κτιρίου, επιδρά άμεσα και στο περιβάλλον. Η καύση υγρών καυσίμων και η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η λήψη μέτρων για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια κρίνεται αναγκαία. Κύριο εργαλείο για την επίτευξη εξοικονόμησης αποτελεί η ισχυρή θερμική προστασία του κτιριακού εξωτερικού περιβλήματος με την εφαρμογή κατάλληλης θερμομόνωσης και την επιλογή των κατάλληλων υλικών.

Στη χειμερινή περίοδο η ρύθμιση της θέρμανσης και η ύπαρξη μελετημένης θερμομόνωσης εξασφαλίζουν το επιθυμητό εσωκλίμα με μικρή σχετικά δαπάνη ενέργειας. Αντίθετα στην θερινή περίοδο οι θερμικές επιβαρύνσεις από την ηλιακή ακτινοβολία εξουδετερώνονται μόνο με σημαντική δαπάνη. Η παραγωγή ψύχους κοστίζει 10-15 φορές ακριβότερα από ότι η παραγωγή της θερμότητας.

Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται το εξωτερικό περίβλημα ενός κτιρίου παρουσιάζει διακυμάνσεις που εξαρτώνται από την ώρα, την εποχή και την κλίση της επιφάνειας του κτιρίου. Το ποσοστό της ακτινοβολίας που δεν ανακλάται στην επιφάνεια του δομικού στοιχείου απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμότητα. Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της εξωτερικής επιφάνειας μεταδίδονται μέσα στο δομικό στοιχείο. Μετά από μία χρονική περίοδο η εσωτερική επιφάνεια φτάνει στη μέγιστη θερμοκρασιακή της τιμή και επηρεάζει τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου.

Τα θερμομονωτικά υλικά επιβραδύνουν και μειώνουν την είσοδο της θερμότητας στο κτίριο αλλά δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την αναγκαιότητα της θερμοχωρητικότητας ακόμη και στις περιπτώσεις αυξημένης θερμομόνωσης. Για το λόγο αυτό, τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να τοποθετούνται στην εξωτερική πλευρά του δομικού στοιχείου και να συνδυάζονται εσωτερικά με δομικά στοιχεία που παρουσιάζουν αυξημένη θερμοχωρητικότητα. Με τον τρόπο αυτό, η θερμότητα που εισέρχεται στο δομικό στοιχείο αποταμιεύεται σε αυτό, χωρίς να ανεβαίνει η θερμοκρασία του χώρου, και κατόπιν αποδίδεται στο χώρο όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες.

Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης στην εξωτερική πλευρά της τοιχοποιίας είναι αρκετά αποτελεσματική στην μείωση των φορτίων κλιματισμού, στις περιπτώσεις όπου το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει στο κτίριο είναι αρκετά σημαντικό. Η εξωτερική θερμομόνωση παρέχει μικρό μέγεθος τόσο των διακυμάνσεων όσο και των μέγιστων θερινών φορτίων διασφαλίζοντας έτσι σταθερό εσωκλίμα και άνετες συνθήκες. Συγκρίνοντας μια εξωτερική τοιχοποιία χωρίς θερμομόνωση με μια τοιχοποιία με εξωτερική θερμομόνωση στις ίδιες κλιματικές και τοπογραφικές συνθήκες συνάγεται ότι η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας της τοιχοποιίας χωρίς μόνωση παρουσιάζει

υψηλότερες τιμές από αυτήν της εσωτερικής επιφάνειας της τοιχοποιίας με την εξωτερική θερμομόνωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ροή θερμότητας από το εξωτερικό στο εσωτερικό να είναι πολύ μικρότερη στην τοιχοποιία με εξωτερική θερμομόνωση από ότι στην τοιχοποιία χωρίς μόνωση.

### 9.1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Λόγω της πολύ υψηλής κατανάλωσης ενέργειας, η επιβάρυνση μέσω των μη μονωμένων παλαιών κτιρίων στις συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> στον πλανήτη είναι τεράστια.

Με τις σωστές επεμβάσεις ανακαίνισης και θερμομόνωσης, που περιλαμβάνει εξωτερική μόνωση και αντικατάσταση των κουφωμάτων με σύγχρονα θερμομονωτικά συστήματα αλουμινίου, είναι εφικτή η μείωση σημαντικών ποσοτήτων ρύπων του διοξειδίου του άνθρακος (CO<sub>2</sub>) που επηρεάζει με υπερθέρμανση τόσο αρνητικά τον πλανήτη μας. Ως γνωστόν η υπερθέρμανση της γης έχει τεράστιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις με άμεσες αρνητικές επιδράσεις στο βιοτικό επίπεδο μας.

Η ενεργειακή θωράκιση, δίνει προστιθέμενη αξία στην κατοικία με οικονομικά οφέλη.

Ένας χώρος κατοικίας με υψηλές προδιαγραφές για άνεση διαμονής, είναι πάντα ελκυστικός για τους μελλοντικούς αγοραστές ή τους ενοίκους. Ο παράγων αυτός θα παίζει μελλοντικά όλο και μεγαλύτερο ρόλο στη διαμόρφωση της εμπορικής αξίας ενός κτιρίου.

Η θερμομόνωση είναι σημαντικό μέτρο για την εξοικονόμηση ενέργειας. Η βελτίωσή της οδηγεί σε μείωση της απώλειας και αντιστοίχως της κατανάλωσης ενέργειας των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης και βοηθά στην ταχεία ανάκτηση της θερμοκρασίας του χώρου.

Στους ιδιοκτήτες ενοικιασμένων διαμερισμάτων, δίδεται έτσι η δυνατότητα, με βάση τις δαπάνες που έκαναν επενδύοντας σημαντικά ποσά για προηγμένα δομικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, να αυξήσουν το ενοίκιο. Αυτή η αύξηση ενοικίου μπορεί να πραγματοποιηθεί και να γίνει εύκολα αποδεκτή εάν η εξοικονόμηση ενέργειας είναι μόνιμη και μειώνει τουλάχιστον κατά 10% την κατανάλωση ενέργειας.

Ο κτιριακός τομέας, ο μεγαλύτερος χρήστης ενέργειας στην Ευρώπη

Είναι γνωστό ότι τα κτίρια είναι ο μεγαλύτερος χρήστης της ενέργειας στην Ευρώπη, μεγαλύτερος από τη βιομηχανία ή την κυκλοφορία. Το ποσό ενέργειας που δαπανάται για τη θέρμανση και τον κλιματισμό των κτηρίων ανέρχεται σε περισσότερο από 40% όλης της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη.

Αυτό υπονοεί ότι το ανάλογο ποσό εκπομπών προκαλείται από τη θέρμανση και τον κλιματισμό των κτηρίων, και το μεγάλο ερώτημα για την οικοδομή είναι η μείωση αυτών των εκπομπών.

Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κατασκευών ενισχύοντας την εφαρμοζόμενη θερμομόνωση των δομικών στοιχείων μπορεί να επιφέρει σύμφωνα με έρευνες μείωση των εξόδων για θέρμανση και ψύξη μέχρι και 30%. Η σωστή και επαρκής χρήση των κατάλληλων θερμομονωτικών υλικών αποτελεί την ενδεδειγμένη προσέγγιση για την ενεργειακή βελτίωση των κατασκευών.

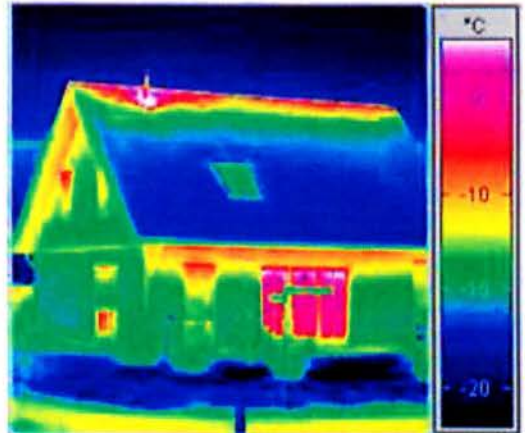
## 9.2. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

### 9.2.1. ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ένα ανεπαρκώς μονωμένο κτίριο έχει αυξημένα έξοδα ψύξης και θέρμανσης, συνεπώς είναι πολύ σημαντικό να μειωθούν οι θερμικές απώλειές του με την κατάλληλη μόνωσή του.

Το κόστος για την ψύξη και θέρμανση ενός κτιρίου δεν εξαρτάται μόνο από τον όγκο του, το κλίμα της περιοχής και την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία αλλά και από την ποσότητα θερμότητας που χάνεται μέσω των τοίχων, της οροφής και του δαπέδου.

Οι θερμικές απώλειες είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν μέσω μίας επαρκούς μόνωσης. Γενικά, για θερμική μόνωση χρησιμοποιούνται προϊόντα ορυκτής ή οργανικής προέλευσης, υαλοβάμβακας, ελαφρόπετρα, φελλός, βερμικουλίτης, πολυστερίνη, πολυουρεθάνη και περλίτης. Ανάλογα με την περίπτωση το υλικό μόνωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί χύδην, ως αφρός, σε πλάκες, υφάσματα ή πλέγματα.



### 9.2.2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Μία από τις πλέον συνηθισμένες μεθόδους εξωτερικής θερμομόνωσης είναι αυτή που το κτίριο επενδύεται με φύλλα θερμομονωτικού υλικού το οποίο σοβατίζεται με ένα ειδικό ελαστικό πολύ ισχυρό στεγανό επίχρισμα.

Αυτός ο τύπος μόνωσης αποτρέπει την δημιουργία θερμογεφυρών από δοκάρια και κολώνες και προστατεύει τις επιφάνειες των τοίχων από την υγρασία λόγω συμπύκνωσης. Επίσης, μειώνει τις διακυμάν-



σεις της θερμοκρασίας, αυξάνοντας τη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου.

### Σχήμα 39: Μόνωση εξωτερικών τοιχοποιιών

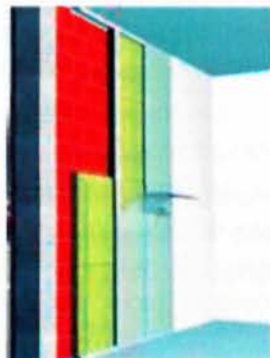
Λόγω του σημαντικού κόστους της εξωτερικής θερμομόνωσης, συνίσταται η εγκατάστασή της να πραγματοποιείται παράλληλα με εργασίες ανακαίνισης των προσόψεων του κτιρίου.

#### 9.2.3. ΔΙΠΛΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Εναλλακτικά προς την εξωτερική θερμομόνωση, εάν υπάρχει κατάλληλο κοίλωμα, μπορεί να επιτευχθεί μόνωση με την έγχυση μονωτικού υλικού (αφρού, πολυστερίνης ή ορυκτού υλικού σε κόκκους). Πρόκειται για σχετικά φθηνή διαδικασία και προσφέρει αποτελεσματική μόνωση. Σε αυτή την περίπτωση είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν υλικά που αντέχουν στο χρόνο και δεν εκλύουν δυσάρεστες οσμές ή επικίνδυνες αναθυμιάσεις.

#### 9.2.4. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Η μόνωση των εσωτερικών τοίχων είναι μία σχετικά φθηνή εργασία αν και μειώνει τον ωφέλιμο χώρο. Προτείνεται για περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητη η επιλεκτική δράση, π.χ. για τη μόνωση ενός βορινού τοίχου. Κατά τη μόνωση, επικολλούνται στον υπάρχον τοίχο μονωτικοί πίνακες οι οποίοι κατόπιν σοβατίζονται. Ειδική μέριμνα πρέπει να ληφθεί για την αποτροπή της συγκέντρωσης υγρασίας ανάμεσα στον τοίχο και την μόνωση.



Σχήμα 40: Μόνωση εσωτερικής τοιχοποιίας

#### 9.2.5. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

Ο σκοπός των κουφωμάτων είναι να επιτρέπουν την πρόσβαση και την είσοδο φωτός και αέρα σε κλειστούς χώρους. Παρότι η ανταλλαγή θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον είναι πολλές φορές επιθυμητή, τα κουφώματα είναι δυνατόν να αποτελέσουν σημεία θερμικών απωλειών αν δεν κατασκευαστούν και μονωθούν κατάλληλα.

Ακόμη και αν το κέλυφος ενός κτιρίου είναι επαρκώς μονωμένο, θερμότητα μπορεί να συνεχίζει να χάνεται από τα πλαίσια ή τα τζάμια των κουφωμάτων και κρύος αέρας να εισέρχεται από τα διάκενα.



Σχήμα 41: Κουφώματα

Συνεπώς, είναι σημαντικό να βελτιώνεται η αεροστεγανότητα των παραθύρων και να μειώνεται η απώλεια θερμότητας από τα τζάμια και τα πλαίσια των κουφωμάτων. Αυτό δεν σημαίνει ότι ένα σπίτι πρέπει να γίνει αεροστεγές, καθώς ο μη επαρκής εξαερισμός μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα υγρασίας.

Η πιο σημαντική παρέμβαση στα κουφώματα ενός κτιρίου αφορά την αντικατάσταση των παραθύρων με νέα που φέρουν διπλά τζάμια. Το διάκενο μεταξύ των δύο τζαμιών προσφέρει την ζητούμενη θερμομόνωση ενώ πιθανές μεταλλικές επιστρώσεις στην επιφάνεια των τζαμιών ή η πλήρωση του διάκενου με αέριο αργό προσφέρει ακόμη μεγαλύτερη μόνωση.

Η χρήση διπλών τζαμιών είναι ιδανική για περιοχές με εύκρατο κλίμα. Τα αντίστοιχα κουφώματα κατασκευάζονται από αλουμίνιο, PVC ή ξύλο.

### 9.2.6. ΟΡΟΦΕΣ

Ανάμεσα στις εξωτερικές επιφάνειες, η οροφή είναι συχνά αυτή από την οποία χάνεται η περισσότερη θερμότητα. Εντούτοις, η μόνωσή της είναι μία εργασία σχετικά εύκολη και φθηνή.

Εάν η οροφή είναι επίπεδη, ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος μόνωσης είναι εξωτερικός και αποτελείται από την εφαρμογή υλικών, κατά σειρά, μονωτικών, υδατοστεγών και προστατευτικών από τις καιρικές συνθήκες και τους πιθανές χρήστες της οροφής (κοινόχρηστες ταράτσες).

Εναλλακτικά μπορούν να εφαρμοστούν κατάλληλοι πίνακες μονωτικού υλικού στο εσωτερικό της

οροφής του κτιρίου, το πάχος των οποίων εξαρτάται από την επιθυμητή θερμομόνωση.

Για κεκλιμένες οροφές μπορούν να εφαρμοστούν επίσης λύσεις εξωτερικής ή εσωτερικής μόνωσης. Στην πρώτη περίπτωση, η μόνωση τοποθετείται κάτω από τα κεραμίδια ή τις πλάκες επικάλυψης της οροφής, ενώ ειδική μνεία πρέπει να ληφθεί για τη μόνωση από τους υδρατμούς.

Εάν η στέγη είναι προσβάσιμη από το εσωτερικό του κτιρίου (σοφίτα), η μόνωση τοποθετείται απευθείας στην υποδομή της στέγης. Είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπιση των υδρατμών.

Εάν η σοφίτα δεν κατοικείται, η μόνωση μπορεί να εφαρμοστεί απευθείας στο πάτωμα της σοφίτας. Σε αυτή τη προσέγγιση, δεν χρησιμοποιούνται συνδετικές ουσίες (κόλλες) ή προστατευτικά κονιάματα παρά μόνο απλώνεται στο πάτωμα ένα στρώμα υλικού για προστασία από την υγρασία και ένα



Σχήμα 42: Μόνωση οροφής



στρώμα θερμομονωτικού υλικού.

**Σχήμα 43: Μόνωση οροφής**

### 9.2.7. ΔΑΠΕΔΑ

Κατοικίες που στηρίζονται σε κολώνες ή βρίσκονται επάνω από χώρους στάθμευσης, αποθήκες ή χώρους εν γένει, χάνουν άσκοπα θερμική ενέργεια χωρίς την κατάλληλη μόνωση. Η θερμομόνωση μπορεί να εφαρμοστεί είτε πάνω ή κάτω από την πλάκα του δαπέδου με σχετικά φθηνά υλικά και μεγάλη αποτελεσματικότητα<sup>53</sup>.



**Σχήμα 44: Μόνωση δαπέδων**

### 9.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η παρούσα ενότητα αφορά σε μία υφιστάμενη κατοικία στην Αγία Παρασκευή Αττικής, στις εργασίες όπου έλαβαν χώρα για την αναβάθμιση της θερμομόνωσης του κτιρίου και στην οικονομική και ενεργειακή αποτίμηση αυτών.

Συνοπτικά κατά τον έλεγχο, εξετάστηκαν οι εξωτερικές τοιχοποιίες, το δώμα, τα εξωτερικά κουφώματα, τα τζάμια και η διείσδυση αέρα.

Διαπιστώθηκε ότι η κατοικία έχει ελλιπή μόνωση στους εξωτερικούς τοίχους. (U value= 1,96), απώλεια θερμότητας από τα τζάμια τα οποία είναι μονά (U value= 5,74) και απώλεια θερμότητας εξαιτίας του αμόνωτου δώματος (U value= 4,65).

Οι προτεινόμενες βελτιώσεις αφορούν στην εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, στην αντικατάσταση κουφωμάτων (αλουμινίου) και τζαμιών (διπλά) και στη θερμομόνωση δώματος με πλακάκια Polytile.

Τα οφέλη που προκύπτουν συνοπτικά είναι η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων 2.449 €, τα σαφώς βελτιωμένα επίπεδα άνεσης, η αύξηση της αξίας της κατοικίας, η μείωση ενεργειακού αποτυπώματος και η ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> =8.622 kg.

Τα αποτελέσματα της ενεργειακής αποτίμησης παρουσιάζονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 19: Συνοπτικά αποτελέσματα ενεργειακής αποτίμησης**

ΤΥΠΟΣ ΣΠΙΤΙΟΥ	ΔΙΩΡΟΦΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1971	
ΕΜΒΑΔΟΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ / ΟΡΟΦΟΥ	197 m <sup>2</sup> / 123 m <sup>2</sup>	

<sup>53</sup> Monotech, Συστήματα Μονώσεων, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.monotech.gr/index.html>

ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΠΙΕΣΗ 50 Pa	0,26/min	
Κ ΤΟΙΧΩΝ	1,96 W/m <sup>2</sup> K	
Κ ΤΖΑΜΙΩΝ	5,74 W/m <sup>2</sup> K	
Κ ΔΩΜΑΤΟΣ	4,65 W/m <sup>2</sup> K	
HEAT LOSS ΑΠΟ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ	2,55 lt/έτος	ικανοποιητικό
ΔΑΠΑΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΜΟΝΑ ΤΖΑΜΙΑ	754 lt/έτος	προβληματικό
ΔΑΠΑΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	3.344 lt/έτος	σοβαρό πρόβλημα
ΔΑΠΑΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΟΡΟΦΗ	2.330 lt/έτος	σοβαρό πρόβλημα
ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΒΗΤΑ	0,89	ικανοποιητικό
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ lt/ΕΤΟΣ	6.430 lt/έτος	

Αναλυτικότερα, διαπιστώθηκε ότι όλα τα κουφώματα ήταν ξύλινα και με μονά τζάμια πάχους 4mm, από τα οποία χάνεται θερμότητα.

Σχετικά με την τοιχοποιία, οι μετρήσεις έδειξαν ότι υπάρχουν πολλά σημεία που η μόνωση ήταν ανύπαρκτη καθώς και ότι υπάρχουν αρκετές θερμογέφυρες που πηγάζουν είτε από ελλιπή είτε από λανθασμένη τοποθέτηση της μόνωσης.

Τέλος, η επί τόπου αποτίμηση έδειξε ότι ο όροφος έχει τις μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας εξαιτίας του αμόνωτου δώματος.

Συνοπτικά οι προτεινόμενες λύσεις παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 20: Προτεινόμενες παρεμβάσεις στο κτίριο**

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ λίτρα πετρελαίου	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΠΡΟ Φ.Π.Α.	ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO <sub>2</sub> (ΣΕ kg) ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΔΩΜΑ: Πλακάκια Polytile	1.628	1.221	2.100	4.298
Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων	255	191	5.650	673
Σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης	1.383	1.037	23.700	3.651
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3.266</b>	<b>2.449</b>	<b>33.550</b>	<b>8.622</b>

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά οι προτεινόμενες εργασίες

[α] Δώμα. Πλακάκια Polytile.

Τα πλακάκια Polytile αποτελούνται από θερμομονωτική στρώση αφρώδους πολυστερίνης πάχους 5cm και επικαλύπτεται από ειδικό υπόλευκο προστατευτικό ανόργανο χυτό τσιμεντοκονίαμα πάχους 2cm. Τοποθετούνται στο δώμα ελεύθερα αρχίζοντας από την περίμετρο, σε διάταξη διακοπτόμενων αρμών ταιριάζοντας τις ειδικές πατούρες ώστε να βελτιώνεται η σταθερότητα και η βατότητα του δώματος. Οι εργασίες αυτές δεν επηρεάζουν καθόλου τις συνθήκες διαβίωσης.

[β] Αντικατάσταση Κουφωμάτων & Τζαμιών.

Αποξηλώνονται τα ξύλινα εξωτερικά κουφώματα (καθώς και οι μαρμαροποδιές). Τοποθετούνται οι νέες ψευτόκασες πάνω στις οποίες θα εφαρμοσούν τα νέα κουφώματα αλουμινίου (τα οποία θα είναι θερμοδιακοπτόμενα), και τα οποία θα φέρουν διπλά τζάμια. Τέλος θα επανατοποθετηθούν οι μαρμαροποδιές. Η διάρκεια των εργασιών αυτών είναι μία ημέρα.

[γ] Σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης

Εφ' όσον στηθεί σκαλωσιά περιμετρικά της κατοικίας, θα τοποθετηθούν ειδικές πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης (πάχους 5εκ., πυκνότητας 20kg/m<sup>3</sup>). Κατόπιν όλη η επιφάνεια θα ντυθεί με υαλόπλεγμα και με ειδικό τσιμεντοκονίαμα. Τοποθετείται το ειδικό οργανικό έτοιμο και έγχρωμο επίχρισμα. Η όχληση στις συνθήκες διαβίωσης συνδέεται με την ύπαρξη της περιμετρικής σκαλωσιάς για διάστημα 3 εβδομάδων.

Στην υπάρχουσα κατάσταση η κατοικία αδυνατεί να διατηρήσει την θερμότητα που αναπτύσσεται από τα σώματα θέρμανσης. Όταν "σβήσει" η θέρμανση η κατοικία παγώνει σε σύντομο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να αδυνατούν να καθίσουν με άνεση σε οποιοδήποτε χώρο.

Με τις προτεινόμενες βελτιώσεις η θερμοκρασία θα διατηρείται και μετά την παύση λειτουργίας της θέρμανσης με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να βελτιώσουν σημαντικά τις συνθήκες διαβίωσής τους.

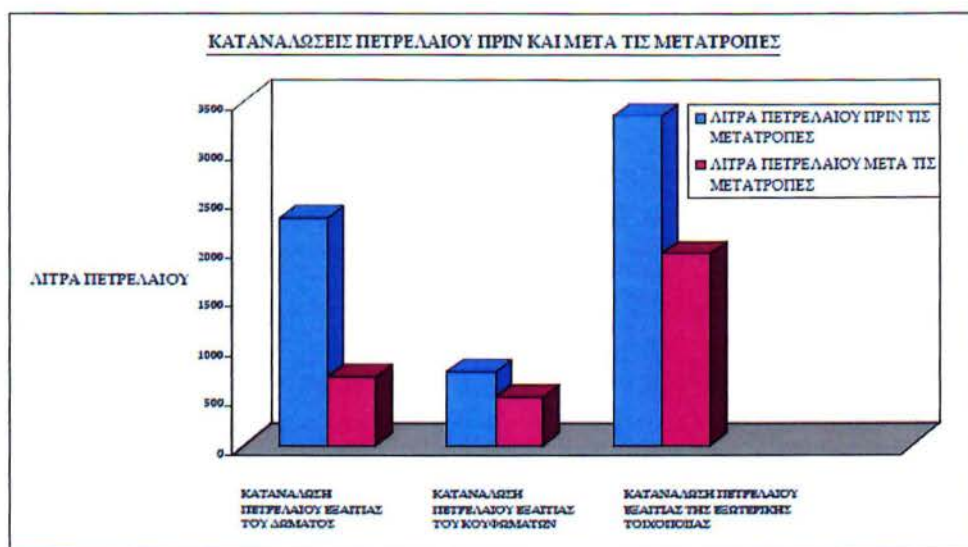
Με τις προτεινόμενες βελτιώσεις η εξοικονόμηση ενέργειας (lt πετρελαίου) θα ανέλθει στο 51%. Η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου μειώνεται από 6.430lt σε 3.164lt, όπου αυτό μεταφράζεται σε εξοικονόμηση χρημάτων ποσού €2.449 ετησίως. Πολύ σημαντική είναι και η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος της κατοικίας. Με τις προτεινόμενες βελτιώσεις μειώνονται οι εκπομπές της κατοικίας σε CO<sub>2</sub> κατά 8,6 τόνους ετησίως.

Πιο αναλυτικά, στο σχήμα 45 παρουσιάζεται το όφελος ως προς την κατανάλωση πετρελαίου (σε lt) εφόσον πραγματοποιηθούν οι προτεινόμενες επεμβάσεις. Οι μπλε μπάρες δηλώνουν τη κατανάλωση σε λίτρα πριν τις επεμβάσεις, ενώ οι μωβ μπάρες δηλώνουν τη κατανάλωση σε λίτρα μετά τις επεμβάσεις. Είναι φανερό ότι η μεγαλύτερη μείωση στη κατανάλωση λίτρων επιτυγχάνεται με τη μόνωση της τοιχοποιίας.

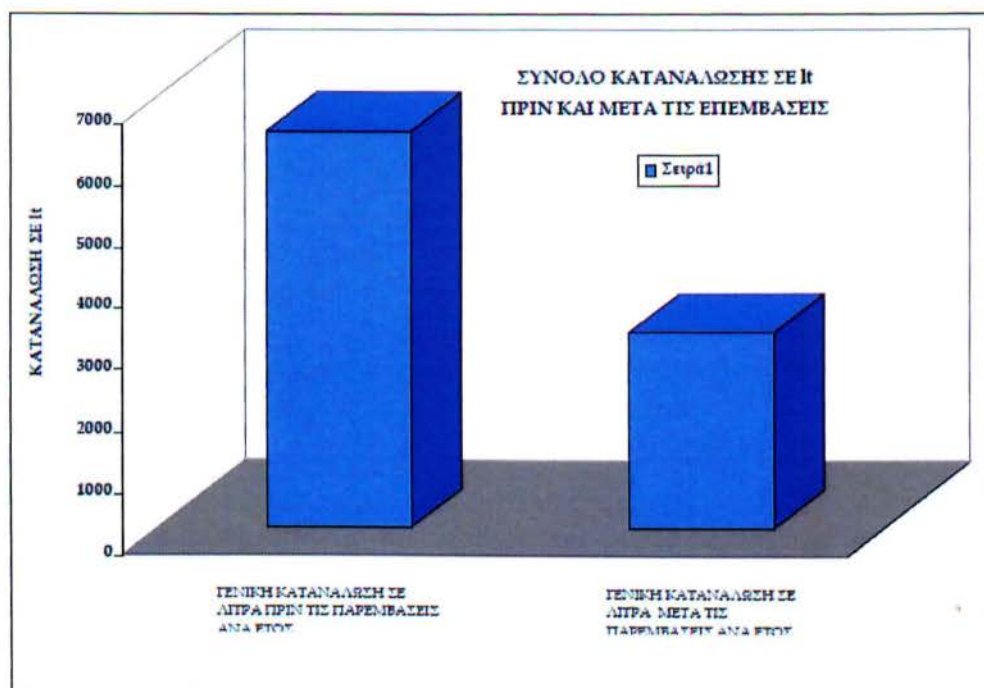
Πολύ σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας από τη χρήση πετρελαίου επιτυγχάνεται με την μόνωση δώματος. Μείωση στη κατανάλωση ενέργειας επιτυγχάνεται επίσης αλλάζοντας και τα κουφώματα καθώς μειώνεται κατά πολύ η θερμοπερατότητα των τζαμιών.

Στο σχήμα 46 γίνεται μια συνολική αποτίμηση στη μείωση της κατανάλωσης lt σε περίπτωση που πραγματοποιηθούν όλες οι επεμβάσεις. Το γράφημα λοιπόν φανερώνει ότι η κατανάλωση σε λίτρα μειώνεται περίπου κατά 51% εάν πραγματοποιηθούν όλες οι επεμβάσεις.





**Σχήμα 45: Καταναλώσεις πετρελαίου πριν και μετά τις μετατροπές**



**Σχήμα 46: Σύνολο καταναλώσεων σε lt, πριν και μετά τις επεμβάσεις**

Η ανώτερη τεχνολογία των υλικών της εξωτερικής θερμομόνωσης, εκτός από τα ουσιαστικά ενεργειακά οφέλη, προσφέρει μακροχρόνια διάρκεια ζωής λόγω υψηλών μηχανικών ιδιοτήτων, αλλά και προστασία από την υγρασία λόγω αντιμυκητιακών στοιχείων στην μάζα τους.

Είναι προφανές ότι μειώνοντας το κόστος συντήρησης, ο ιδιοκτήτης μακροπρόθεσμα αυξάνει και την αξία της κατοικίας του<sup>54</sup>.

<sup>54</sup> Κάνε το πράσινο, Ενεργειακή Αποτίμηση και Προτεινόμενες Βελτιώσεις

## 10. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

### 10.1. ΛΑΜΠΗΡΕΣ

Ο ηλεκτροφωτισμός άρχισε να χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα με την εφεύρεση του πρώτου λαμπτήρα πυρακτώσεως από τον Thomas Edison το 19ο αιώνα. Από τότε έχουν γίνει σημαντικές βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των λαμπτήρων, καθώς και στα διάφορα είδη λαμπτήρων<sup>55</sup>.

Οι φωτεινές πηγές που χρησιμοποιούνται σήμερα στον αρχιτεκτονικό φωτισμό μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες: λαμπτήρες πυράκτωσης (αλογόνου – ιωδίνης, απλοί) και λαμπτήρες εκκένωσης με ατμούς αερίων, χαμηλής ή υψηλής πίεσης, που παίρνουν το όνομά τους από το είδος του αερίου που χρησιμοποιούμε για την εκκένωση (φθορισμού, ΗQI κλπ).

Πηγές χαμηλής πίεσης αερίων είναι οι λάμπες φθορισμού και οι λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης. Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, αλογονιδίων των μετάλλων και υψηλής πίεσης νατρίου θεωρούνται πηγές υψηλής πίεσης αερίων.

Ανάλογα με το χρώμα που εκπέμπουν οι λαμπτήρες κατά τη λειτουργία τους διακρίνονται σε ψυχρούς λαμπτήρες (το φάσμα τους πλούσιο σε κυανή ακτινοβολία) και σε θερμούς (το φάσμα τους πλούσιο σε ερυθρές ακτινοβολίες), που δημιουργούν θερμή ή ψυχρή εντύπωση αντίστοιχα.

#### 10.1.1. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ

Αν και περνούν σταδιακά στην ιστορία, θα γίνει αναφορά στο λαμπτήρα πυρακτώσεως, την εφεύρεση του Τόμας Έντισον του 1879, που αποτέλεσε μια επαναστατική αλλαγή και έδωσε άλλες δυνατότητες στην καθημερινότητα των ανθρώπων.

Από 1ης Σεπτεμβρίου 2010, ο λαμπτήρας πυρακτώσεως των 75 watt σταματά να παράγεται και να εισάγεται και μέχρι το Σεπτέμβριο του 2012, έχει παραχωρήσει τη θέση του σε βελτιωμένους λαμπτήρες πυράκτωσης (με τεχνολογία αλογόνου), συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL), που είναι και οι ευρύτερης κατανάλωσης και διόδους εκπομπής φωτός (LED), που δεν περιέχουν υδράργυρο.

<sup>55</sup> Philips, Φωτισμός, Λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.philips.gr/c/energy-saving-light/17669/cat/>, (1/10/2012)

Η λειτουργία των λαμπτήρων πυρακτώσεως (με ή χωρίς αλογόνο) βασίζεται στην παραγωγή ακτινοβολίας, εξαιτίας της υπερθέρμανσης ενός νήματος από βολφράμιο, μέταλλο με πολύ υψηλό σημείο τήξης ( $3.400^{\circ}$ ).

Οι πιο σύγχρονοι λαμπτήρες πυρακτώσεως ιωδίνης έχουν υψηλή σταθερή φωτεινή ροή, μεγάλη διάρκεια ζωής και θερμοκρασία χρώματος κατάλληλη για την παρουσίαση αντικειμένων και στην διακόσμηση εσωτερικών χώρων.



**Σχήμα 47: Λαμπτήρες**

### 10.1.2. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ

Αποτελούν μια παραλλαγή της τεχνολογίας των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Λειτουργούν με τη διαβίβαση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ίνας βολφραμίου, που είναι κλεισμένη σε σωλήνα που περιέχει αέριο αλογόνου.

Οι λαμπτήρες αλογόνου έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πιο αποτελεσματικοί με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Είναι σχετικά μικροί σε μέγεθος και ελέγχονται με dimmer. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι είναι πιο ακριβοί και καιγονται σε πολύ υψηλότερη θερμοκρασία, που θα μπορούσε ενδεχομένως να αποτελέσει κίνδυνο πυρκαγιάς σε κάποιες περιπτώσεις.



**Σχήμα 48: Λαμπτήρες αλογόνου**

Οι πιο σύγχρονοι λαμπτήρες πυρακτώσεως ιωδίνης έχουν υψηλή σταθερή φωτεινή ροή, μεγάλη διάρκεια ζωής και θερμοκρασία χρώματος κατάλληλη για την παρουσίαση αντικειμένων και στην διακόσμηση εσωτερικών χώρων.

### 10.1.3. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Κατά τη λειτουργία των λαμπτήρων εκκένωσης, η ορατή ακτινοβολία που παράγεται είναι αποτέλεσμα της ηλεκτρικής εκκένωσης μέσα στο αέριο ή τους ατμούς υδραργύρου ή νατρίου, με τα οποία έχει πληρωθεί ο λαμπτήρας.

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα περνάει μέσα από το χαμηλής πίεσης αέριο, τα ηλεκτρόνια που κινούνται ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια συγκρούονται με

άτομα του αερίου και αυξάνουν προσωρινά την ενέργεια τους. Αυτά τα άτομα γρήγορα διασπώνται στη σταθερή τους κατάσταση, απελευθερώνοντας φωτόνια της υπεριώδους ακτινοβολίας. Οι επιστρώσεις του φωσφορου στο εσωτερικό της λυχνίας απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ενέργειας και την εκπέμπουν ξανά ως ορατό φως.

#### 10.1.4. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Η συνηθέστερη εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας είναι οι σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού, με μια σειρά από διαφορετικές επικαλύψεις φωσφόρου για διαφορετικά αποτελέσματα φάσματος.

Ο λαμπτήρας φθορισμού αποτελείται από τρία στοιχεία:

- Τα ηλεκτρόδια, που είναι συσκευές εκπομπής ηλεκτρονίων.
- Τα αέρια, που περιέχουν μικρή ποσότητα σταγονιδίων υδραργύρου και μικρή ποσότητα υψηλής καθαρότητας σπάνιου αερίου (αργό, μίγμα αργού-νέον, κρυπτό).
- Τον φωσφόρο, που είναι η χημική επιστρωση στο εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα. Το ορατό φως από ένα λαμπτήρα φθορισμού παράγεται από τη δράση της υπεριώδους ενέργειας στην επιστρωση του φωσφόρου στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα. Το μίγμα φωσφόρου μπορεί να αλλάξει το χρώμα του λαμπτήρα ή τη φασματική κατανομή ισχύος του.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο λαμπτήρας φθορισμού θα πρέπει να λειτουργεί σε οριζόντια θέση. Η λειτουργία σε κατακόρυφη θέση προκαλεί μια μη ομοιόμορφη κατανομή των αερίων του λαμπτήρα με αποτέλεσμα τη μείωση του φωτός και της ομοιομορφίας του. Σε κάθετη θέση, τα σταγονίδια του υδραργύρου συγκεντρώνονται κοντά στην κάτω κάθοδο με αποτέλεσμα την αυξανόμενη επιδείνωση της, που συνεπάγεται μείωση της ζωής της λάμπας.



Σχήμα 49: Λαμπτήρες φθορισμού

### 10.1.5. ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Οι συμπαγείς λαμπήρες φθορισμού CFL (Compact Fluorescent Lamps), οι «ηλεκτρονικοί λαμπήρες οικονομικής κατανάλωσης», είναι ένα σύγχρονο είδος των λαμπήρων, που λειτουργούν όπως λαμπήρες φθορισμού, αλλά σε πολύ μικρότερο μέγεθος.



**Σχήμα 50: Συμπαγείς λαμπήρες φθορισμού**

Για επαγγελματική, βιομηχανική και για οικιακή χρήση και πλέον η χρήση τους είναι πολύ διαδεδομένη σε κάθε είδους εφαρμογές φωτισμού.

### 10.1.6. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΝΑΤΡΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ένα είδος λαμπήρων εκκένωσης πολύ συνηθισμένο, με την υψηλότερη απόδοση από όλες τις πηγές, αλλά το εκπεμπόμενο φως είναι μονοχρωματικό (μονής δέσμης) κίτρινο. Το γεγονός αυτό καθιστά αντίληψη των χρωμάτων είναι πολύ δύσκολη, που σημαίνει ότι ο λαμπήρας χρησιμοποιείται μόνο για φωτισμό των δρόμων.



**Σχήμα 51: Λαμπήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης**

### 10.1.7. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΕΡΙΟΥ

#### 10.1.7.1. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΝΑΤΡΙΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Αυτοί δεν είναι τόσο αποτελεσματικοί, και παράγουν ένα χαρακτηριστικό χρυσόλευκο χρώμα.



**Σχήμα 52: Λαμπήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης**

### 10.1.7.2. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ένας λαμπτήρας ατμών υδραργύρου παράγει μπλε-πράσινο ορατό φως. Για να βελτιωθεί αυτό το χρώμα, τοποθετείται επίστρωση του φωσφόρου στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού περιβλήματος. Η υπερϊώδης ενέργεια που παράγεται από το τόξο στο εσωτερικό του λαμπτήρα διεγείρει την επίστρωση φωσφόρου παράγοντας πρόσθετο ορατό φως, που βελτιώνει τη χρωματική απόδοση του λαμπτήρα. Τα κύρια χρώματα που προστίθενται από το φώσφορο είναι τα κόκκινα και τα πορτοκαλί.



Σχήμα 53: Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

### 10.1.7.3. ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΑΤΜΩΝ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΑ

Συχνά προστίθενται στους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου μεταλλικά αλογονίδια για τη βελτίωση της ποιότητας του παρεχόμενου χρώματος, επειδή κάνουν το φάσμα ακόμη περισσότερο συνεχές. Τα πιο κοινά μέταλλα που χρησιμοποιούνται είναι το θάλλιο, ινδίο ή ιωδιούχο νάτριο.



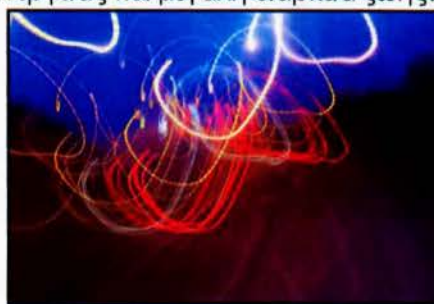
Σχήμα 54: Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου με μεταλλικά αλογονίδια

### 10.1.8. ΛΑΜΠΗΡΕΣ LED (LIGHT EMITTING DIODES)

Αποτελούν τη νεότερη κατηγορία λαμπτήρων. Είναι δίοδοι εκπομπής φωτός, χωρίς ίνα, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Ουσιαστικά πρόκειται για ομάδες L.E.D. με κατάλληλη συνδεσμολογία που ελέγχονται από ηλεκτρονικό κύκλωμα και είναι τοποθετημένες στο εσωτερικό μιας λυχνίας, που η μορφή της εξωτερικά μοιάζει με αυτή των λαμπτήρων πυράκτωσης.

Τα πλεονεκτήματά τους είναι η παραγωγή χρωματιστού φωτός χωρίς οπτικά φίλτρα και η δυνατότητα για εναλλαγή χρωμάτων. Η άποψη που επικρατεί είναι ότι ο φωτισμός με L.E.D. είναι ο φωτισμός του μέλλοντος.



Σχήμα 55: Λαμπτήρες LED

## 10.2. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΑΜΠΗΡΩΝ

### 10.1.9. ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού CFL είναι ακριβοί (τυπικά € 5 με 10 ο καθένας) σε σύγκριση με τους πυρακτωμένους λαμπτήρες, αλλά εξοικονομείται ένα σημαντικό ποσό χρημάτων αν λάβουμε υπόψη τη ζωή τους και την ισχύ σε βατ, όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 21: Εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους από συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού**

Ισχύς σε βατ πυρακτωμένου λαμπτήρα	Ισχύ σε βατ ενός CFL με ισότιμη απόδοση φωτός	Εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους που επιτεύχθηκε με αντικατάσταση πυρακτωμένου λαμπτήρα με αντίστοιχο CFL κατά τη διάρκεια των 8.000 ωρών ζωής του CFL (υποθέτοντας κόστος ηλεκτρικού € 0,08 / kWh)	
100 W	25 W	600 kWh	€ 48
75 W	20 W	440 kWh	€ 35
60 W	15 W	360 kWh	€ 29
40 W	11 W	230 kWh	€ 19

### 10.1.10. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΗΡΩΝ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ ΜΕ ΛΑΜΠΗΡΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Η παρούσα εφαρμογή αφορά στην αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας φθορισμού σε ξενοδοχειακή μονάδα στην Πάφο της Κύπρου.

Η επένδυση αφορά στην αντικατάσταση συμβατικών λαμπτήρων πυρακτώσεως ονομαστικής ισχύος 60 & 80 Watts, με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (φθορισμού) ονομαστικής ισχύος 11Watts.

Ο χώρος πραγματοποίησης της επένδυσης αφορά στον κήπο, στα δωμάτια και στους κοινόχρηστους χώρους.

Η υφιστάμενη κατάσταση έχει ως ακολούθως:

**Πίνακας 22: Υφιστάμενη κατάσταση λαμπτήρων**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΕ:	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ	ΙΣΧΥΣ
ΔΩΜΑΤΙΑ	6 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 290 ΔΩΜΑΤΙΑ <b>1.740 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	1.740 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 60 Watts <b>104,4 kW</b>
ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	<b>350 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	350 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 60 Watts <b>21 kW</b>
ΚΗΠΟΣ	<b>180 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	180 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 80 Watts <b>14,4 kW</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2.270 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	<b>139,8 kW</b>

- Η κατανάλωση στην υφιστάμενη κατάσταση είναι: 140KW/έτος
- Η ηλεκτρική κατανάλωση στην υφιστάμενη κατάσταση είναι 168MWh/έτος
- Το κόστος υφιστάμενης κατάστασης είναι £13.440/έτος

Η νέα κατάσταση έχει ως ακολούθως:

**Πίνακας 23: Νέα κατάσταση λαμπτήρων**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΕ:	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ	ΙΣΧΥΣ
ΔΩΜΑΤΙΑ	6 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 290 ΔΩΜΑΤΙΑ <b>1.740 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	1.740 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 11 Watts <b>19,14 kW</b>
ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	<b>350 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	350 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 11 Watts <b>3,85 kW</b>
ΚΗΠΟΣ	<b>180 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	180 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ x 11 Watts <b>1,98 kW</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2.270 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ</b>	<b>24,97 kW</b>

- Η κατάσταση στη νέα κατάσταση είναι 25kW/έτος
- Η εξοικονόμηση είναι 115 KW/έτος, 82%
- Ο μέσος όρος ωρών λειτουργίας ανά λαμπτήρα: 1.200 ώρες/έτος (3,3 ώρες/ημέρα)
- Η ηλεκτρική κατανάλωση στη νέα κατάσταση είναι 30.240kWh/έτος
- Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας: 137.760kWh/έτος



- Η μέση τιμή χρέωσης ανά KWh είναι 0,08 κυπριακές λίρες
- Το κόστος νέας κατάστασης ανέρχεται στις £2.419/ετος
- Η ετήσια χρηματική εξοικονόμηση είναι £11.021/ετος
- Το κόστος επένδυσης είναι £6.700 (£2,95/Λαμπτήρα)
- Το επιλέξιμο κόστος επένδυσης είναι £6.700
- Το ποσοστό επιχορήγησης είναι 30%
- Το καθαρό κόστος επένδυσης της αφαιρούμενης χορηγίας είναι £4.690
- Ο απλός χρόνος απόσβεσης έργου χωρίς την χορηγία είναι 0,61 έτη
- Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίων (IRR): 164%
- Ο απλός χρόνος απόσβεσης έργου αφαιρούμενης της χορηγίας είναι: 0,43 έτη
- Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίων είναι (IRR): 235%<sup>56</sup>.

---

<sup>56</sup> Πρακτικά παραδείγματα εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες επιχειρήσεις, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/.../APPLIED%20EXAMPLES.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/.../APPLIED%20EXAMPLES.pdf), (1/10/2012)

## 11. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 11.1. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ EcoWIZARD

Πρόκειται για το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων EcoWizard που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κατανάλωσης κτιρίων και εγκαταστάσεων.



**Σχήμα 56: Σύστημα EcoWizard**

Το σύστημα EcoWizard είναι ένα νέο σύστημα που αναπτύχθηκε από την Crossbow Ιαπωνίας, μία θυγατρική της Memsic, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες την ανάλυση και παρακολούθηση της κατανάλωσης της ενέργειας των κτιρίων και εγκαταστάσεων σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας εργαλεία οπτικοποίησης των παρακολουθούμενων μεγεθών με στόχο την αποτελεσματική εξοικονόμηση ενέργειας.

Ειδικότερα, αξιοποιώντας την τεχνολογία αιχμής των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, το EcoWizard προσφέρει πολλές δυνατότητες μέτρησης της ενέργειας όπως τις κιλοβατώρες (KWh), το ρεύμα στους μετασχηματιστές, μετρήσεις καταναλώσεων μέσω παλμών (pulse inputs) ενώ επιτρέπει δραματική μείωση του κόστους εγκατάστασης που συνεπάγονται οι αντίστοιχες εγκαταστάσεις με καλώδια. Το λογισμικό παρουσίασης των δεδομένων (data viewer) προσφέρει πολλές επιλογές και λειτουργικότητα ως προς τον τρόπο παρουσίασης των δεδομένων των μετρήσεων με απλά γραφήματα των καταναλώσεων (ηλεκτρισμός, θερμοκρασίες, υγρασίες, αέριο, νερό) με σύγκριση των τρεχουσών τιμών με επιλεγμένες τιμές από το παρελθόν για εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

### Χαρακτηριστικά προϊόντος:

- Ολοκληρωμένη λύση για παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας κάθε είδους σε πραγματικό χρόνο για κτίρια και εγκαταστάσεις.
- Αισθητήρες για κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, νερού, αερίου, θερμοκρασίας, υγρασίας, μέτρηση φωτός σε διάφορες θέσεις κλπ.
- Εύχρηστο και εύκολα αντιληπτό λογισμικό με πολλαπλές λειτουργίες.
- Ρύθμιση από τον χρήστη τιμών συναγερμού με αντίστοιχες ειδοποιήσεις (alerts) όταν οι μετρούμενες τιμές ξεπεράσουν τις τιμές συναγερμού.
- Σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων λόγω χαμηλού κόστους εγκατάστασης<sup>57</sup>.

## 11.2. BMS-EBMS – ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Τα συστήματα BMS-EBMS εγκαθίστανται σε όλα τα σύγχρονα μεγάλα κτίρια (ξενοδοχεία, γραφεία, νοσοκομεία, σχολεία, αεροδρόμια, κλπ). Είναι απαραίτητος ο αυτόματος κεντρικός έλεγχος για την ορθολογική κατανομή της ενεργειας καθώς και για την ποιοτική αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας.

Ως BMS (building management system) θεωρείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα έλεγχου όλων των παραμέτρων του κτιρίου που εκτός από κλιματισμό, φωτισμό, διαχείριση ηλεκτρικής ενεργειας περιλαμβάνει επίσης και συστήματα πρόσβασης (access control), συστήματα ασφάλειας (συναγερμού) και κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης όπως επίσης και πυρανίχνευσης. ως bms δηλαδή θεωρείται ένα πλήρες σύστημα έλεγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Ως EBMS (energy building management system) θεωρείται το σύστημα εκείνο όμοιο με το BMS, αλλά που περιορίζεται στα αμιγώς ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά συστήματα που καταναλώνουν ενέργεια. δηλαδή, περιλαμβάνει τον έλεγχο του τεχνητού / φυσικού φωτισμού, τη διαχείριση φορτίων και φυσικά τον κλιματισμό και αερισμό / εξαερισμό. Πρόκειται για ένα σύστημα BMS προσανατολισμένο στη διαχείριση ενεργειας και είναι το συνηθέστερο διότι σε πολλά δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, τα συστήματα ασφάλειας, πρόσβασης κλπ.

Ο σκοπός του κεντρικού ελέγχου κτιρίων με BMS – EBMS είναι ο ακόλουθος:

Τα συστήματα αυτά αναλαμβάνουν:

- Την επιτήρηση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων
- Τον αυτόματο έλεγχο ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων
- Την έξυπνη διαχείριση ενέργειας

<sup>57</sup> ASTI Industrial Process Automation, EcoWizard System, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.astiautomation.ro/produse/Memsic/ecowizard\\_en.html](http://www.astiautomation.ro/produse/Memsic/ecowizard_en.html), (1/10/2012)

- Την καταγραφή της κατανάλωσης ενέργειας και δημιουργίας στατιστικών σε γραφήματα ή αναφορές σε αρχεία
- Τον έλεγχο συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες
- Τον έλεγχο κλιματισμού (ψύξης, θέρμανσης)
- Τον έλεγχο αερισμού
- Τον έλεγχο ανοιγμάτων
- Τον έλεγχο φωτισμού
- τον έλεγχο των συστημάτων σκίασης (ρολά, στόρια, κουρτίνες κ.α.)
- Τον έλεγχο της ποιότητας αέρα
- Τον έλεγχο της ύδρευσης
- Τον έλεγχο του συστήματος ασφάλειας και εποπτεία κτιρίου με κάμερες
- Τον έλεγχο πρόσβασης σε χώρους του κτιρίου

## 12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### 12.1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

EUR-Lex: Η πρόσβαση στο δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ισχύουσα νομοθεσία, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://eur-lex.europa.eu/el/legis/latest/chap121020.htm>, (1/10/2012):

- Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο: «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη», COM (2007) 1 τελικό, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0001:FIN:EL:PDF>.
- Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 2001 «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:283:0033:0033:EL:PDF>.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:EL:PDF>.
- Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23<sup>ης</sup> Απριλίου 2009 «σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EL:PDF>.
- Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Μαΐου 2010 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)», διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EL:PDF>.
- «Πράσινη Βίβλος: Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια», COM (2006) 105 τελικό, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://europa.eu/documents/comm/green\\_papers/pdf/com2006\\_105\\_el.pdf](http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_el.pdf).

Εθνικό Τυπογραφείο, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.et.gr> (1/10/2012):

- Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/19.05.2008/τ.Α'): «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις»
- Νόμος 3851/2010 (ΦΕΚ 85/04.06.2010/τ.Α')

«Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»

- Νόμος 3855/2010 (ΦΕΚ 95/23.06.2010/τ.Α'): «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις»
- Νόμος 3908/2011 (ΦΕΚ 8/01.02.2011/τ.Α'): «Ενίσχυση Ιδιωτικών Επενδύσεων για την Οικονομική Ανάπτυξη, την Επιχειρηματικότητα και την Περιφερειακή Συνοχή»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 49828/2008 (ΦΕΚ 2464/03.12.2008/τ.Β'): «Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 1079/04.06.2009/τ.Β'): «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ. 5825 (ΦΕΚ 407/09.04.2010/τ.Β'): «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Φ.Β1/Ε2.1/244/6 (ΦΕΚ 54/26.01.2011/τ.Β'): «Προκήρυξη του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' οίκον», που θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007 – 2013»

## 12.2. ΒΙΒΛΙΑ

Βραχόπουλος Γρ. Μιχάλης, *Ψυκτικές Διατάξεις*, Εκδόσεις "Ιων", 12000

Καλδέλλης Κλεάνθη Ιωάννης, *Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας*, Εκδόσεις "Αθ. Σταμούλης", Αθήνα 2005

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης – Καββαδίας Α. Κοσμάς, *Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας (Αιολική Ενέργεια - Ηλιακή Ενέργεια - Υδάτινο Δυναμικό - Βιομάζα - Γεωθερμία) Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά*, Εκδόσεις "Αθ. Σταμούλης", Πειραιάς 2001

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης – Καββαδίας Α. Κοσμάς, *Υπολογιστικές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας, Αιολική Ενέργεια – Μικρά Υδροηλεκτρικά*, Εκδόσεις "Αθ. Σταμούλης", Αθήνα 12005

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης – Κονδύλη Μ. Αμαλία, *Περιβάλλον και Βιομηχανική Ανάπτυξη, Αειφορία και Ανάπτυξη, Ατμοσφαιρική Ρύπανση*, Τόμος Πρώτος, Εκδόσεις "Αθ. Σταμούλης", Αθήνα 12005

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης – Κονδύλη Μ. Αμαλία, *Περιβάλλον και Βιομηχανική Ανάπτυξη, Μείζονα Περιβαλλοντικά Προβλήματα Διαχείρισης Αποβλήτων*, Τόμος Δεύτερος, Εκδόσεις "Αθ. Σταμούλης", Αθήνα 12005

Καλευράς Κ. Βλαδίμηρος, *Μαθήματα Ωπλισμένου Σκυροδέματος, Τόμος Ι, Συνήθη Δομικά Έργα από Συμβατικά Ωπλισμένο Σκυρόδεμα*, Ξάνθη 1989

Καρέλλας Σ. - Κακαράς Ε. – Παπαγεωργίου Ν. – Παπαπαύλου Χ., *Ασκήσεις – Θέματα, Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων*, Εκδόσεις "Συμεών", Αθήνα 12007

Κορωνάκης Περικλής, *Εργαστηριακή Ρευστομηχανική Ι*, Εκδόσεις "Ιων", 32004

Κορωνάκης Περικλής, *Εργαστηριακή Ρευστομηχανική ΙΙ*, Εκδόσεις "Ιων", 22000

Κορωνάκης Περικλής, *Εφαρμοσμένη Ρευστομηχανική*, Εκδόσεις "Ιων", 22006

Κορωνάκης Περικλής, *Μηχανική Ρευστών*, Εκδόσεις "Ιων", 32005

Νίκας Κων/νου Παναγιώτης, *Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική, Τόμος Ι*, Leeder Enterprises LTD, Αθήνα 52001

Νίκας Κων/νου Παναγιώτης, *Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική, Τόμος ΙΙ*, Leeder Enterprises LTD, Αθήνα 52001

Νίκας Κων/νου Παναγιώτης, *Θερμοδυναμικές Ιδιότητες των Ρευστών Μ.Κ.Σ. – Β.Τ.Υ.*, Αθήνα 2000

Παπαντώνης Ε. Δημήτριος, *Υδροδυναμικές Μηχανές, Αντλίες – Υδροστροβίλοι*, Εκδόσεις "Συμεών", Αθήνα 21994

### 12.3.ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ – ΆΡΘΡΑ

Φαντάκης Παναγιώτης, *Λέβητες κεντρικών θερμάνσεων*, *Θερμοϋδραυλικός τ.174*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,

<http://users.sch.gr/fantakis/ARTHRA/LEVITES-KENTRIKVN-THERM.pdf>,

(1/10/2012)

### 12.4.ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Αλέξης Γεώργιος, *Εργαστηριακές Ασκήσεις του μαθήματος Ατμολέβητες – Ατμοστροβίλοι*, Έκδοση 2005.

Αλέξης Γεώργιος, *Σημειώσεις του μαθήματος Ατμολέβητες – Ατμοστροβίλοι, Εγκαταστάσεις*, Έκδοση 2005.

Αλέξης Γεώργιος, Σημειώσεις του μαθήματος Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός I, Θερμομόνωση Μηχανολογικών Εγκαταστάσεων, Έκδοση 2004.

Αλέξης Γεώργιος, Σημειώσεις του μαθήματος Ατμολέβητες – Ατμοστρόβιλοι, Το νερό των Ατμοπαραγωγών, Έκδοση 2005.

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης, Εισαγωγή στην Αξιοποίηση της Γεωθερμίας, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς, 1994.

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης, Τεχνολογία Περιβαλλοντικών Μετρήσεων, Σημειώσεις Εργαστηρίου, Τεύχος Πρώτο, Πειραιάς, 1 Ιουνίου 2004.

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Διδακτικές Σημειώσεις για το μάθημα Ήπιες Μορφές Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Τεύχος Γ', Πειραιάς, Δεκέμβριος 2007.

Καλδέλλης Κ. Ιωάννης, Μαρκουλάκη Ε.Κ., Σπυρόπουλος Γ.Χ., Τεχνολογία Περιβαλλοντικών Μετρήσεων, Σημειώσεις Θεωρίας, Τεύχος Πρώτο, Πειραιάς, Ιανουάριος 2005.

Κοκοράκης Ε. Αναστάσιος, Κανελλόπουλος Χ. Σπύρος, Εργαστηριακές Ασκήσεις Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός I, Έκδοση 2002.

Κοκοράκης Ε. Αναστάσιος, Κανελλόπουλος Χ. Σπύρος, Σημειώσεις Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός I, Έκδοση 2002.

Μαρκουλάκη Ε.Κ., Σπυρόπουλος Γ.Χ., Τεχνολογία Περιβαλλοντικών Μετρήσεων, Σημειώσεις Θεωρίας, Τεύχος Δεύτερο, Πειραιάς, Ιούνιος 2004.

Μαρκουλάκη Ε.Κ., Σπυρόπουλος Γ.Χ., Τεχνολογία Περιβαλλοντικών Μετρήσεων, Σημειώσεις Θεωρίας, Τεύχος Τρίτο, Πειραιάς, Ιούνιος 2004.

Μπαλάρας Α. Κωνσταντίνος, Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, Απρίλιος 1992.

Μπαλάρας Α. Κωνσταντίνος, Ηλιακή Ακτινοβολία, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, Απρίλιος 1992.

Μπαλάρας Α. Κωνσταντίνος, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Πρόχειρες Σημειώσεις Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας Τμήματος Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, Απρίλιος 1992.

Σπυρόπουλος Γ.Χ., Τεχνολογία Περιβαλλοντικών Μετρήσεων, Σημειώσεις Εργαστηρίου, Τεύχος Δεύτερο, Πειραιάς, 1 Ιουνίου 2004.



## 12.5. ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.ypeka.gr/>, (1/10/2012):

- Υ.Π.Ε.Κ.Α., *Οδηγός Εφαρμογής προγράμματος 'Εξοικονόμηση κατ' οίκον'*, Ιανουάριος 2011, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>, (1/10/2012)
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.cres.gr/>, (1/10.2012):
  - *Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_bioclimatikos.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm)
  - *Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις, Διασύνδεση με δίκτυο*, Αύγουστος 2009, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos\\_pv\\_systimaton.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos_pv_systimaton.pdf),

EPS Πανελλήνιος Σύνδεσμος Διογκωμένης Πολυστερίνης, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.epshellas.com/>, (1/10/2012)

Wikipedia the free Encyclopedia, *Power Inverter*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_inverter](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_inverter), (1/10/2012)

Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Πειραιά: Γεωθερμική Ενέργεια – Αβαθής Γεωθερμία, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.bep.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2558&Itemid=194](http://www.bep.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=2558&Itemid=194), (1/10/2012)

### 12.5.1. ΜΕΛΕΤΕΣ (ΑΡΘΡΑ – ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ – ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ – ΣΥΝΕΔΡΙΑ)

Βλάχος Μάριος, Κουτρούλη Χ. Ελένη & Βλάχος Παναγιώτης, *Τεχνοοικονομική αποτίμηση του ενεργειακού οφέλους εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών σε ξενοδοχειακή μονάδα δυναμικότητας 500 κλινών*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://sfhmmmy.ntua.gr/2007/papers/paper09.pdf>, (1/10/2012)

Ενεργειακό γραφείο Κυπρίων Πολιτών, *Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας*, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.agiosathanasios.org.cy/.../Heat%20Pumps%20-](http://www.agiosathanasios.org.cy/.../Heat%20Pumps%20-), Οκτώβριος 2010

ΕΠΑ.Σ. Χανίων, *Ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη*, διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο, [http://epas-chanion.chan.sch.gr/seminaria/ydr.../endodapedia\\_5\\_5\\_2009.p](http://epas-chanion.chan.sch.gr/seminaria/ydr.../endodapedia_5_5_2009.p) (5/5/2009)

Ζησκάτας Ζ., Ανδρίτσος Ν., Διαμαντίδης Κ. και Φυτίκας Μ., Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πεδίον Άρεως, Τεχνικό – οικονομική μελέτη οριζόντιου συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.eng.auth.gr/IHT/Proc8th/111.doc](http://www.eng.auth.gr/IHT/Proc8th/111.doc), (1/10/2012)

Κάνε το πράσινο, Ενεργειακή Αποτίμηση και Προτεινόμενες Βελτιώσεις, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, (1/10/2012)

Οικονομοτεχνική μελέτη για ΖΝΧ με Α/Θ (n.d.) διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.smhbe.gr/el/EDE19A46/!Track/](http://www.smhbe.gr/el/EDE19A46/!Track/) (1/10/2012)

Πρακτικά παραδείγματα εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες επιχειρήσεις, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/.../APPLIED%20EXAMPLES.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/.../APPLIED%20EXAMPLES.pdf), (1/10/2012)

Σύγκριση του ετήσιου κόστους λειτουργίας του λέβητα πετρελαίου με το σύστημα αντλίας θερμότητας – ενδοδαπέδιας θέρμανσης-ψύξης, (n.d.), διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://www.fine-eurohome.gr/neo\\_sistema.shtml](http://www.fine-eurohome.gr/neo_sistema.shtml) (1/10/2012)

Τσορός Στάμος, Τζουβαδάκης Ιωάννης, Ανάπτυξη οικονομοτεχνικής μεθοδολογίας για την εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β) Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2010, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/BYMONTHLY\\_PUBLICATIONS/diminiaia\\_2010/pub1/03\\_TZOYVADAKIS.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/BYMONTHLY_PUBLICATIONS/diminiaia_2010/pub1/03_TZOYVADAKIS.pdf), (1/10/2012)

## 12.5.2. ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ

ADtherm, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.adtherm.gr/>, (1/10/2012)

Alfa Laval Ελλάδα, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://local.alfalaval.com/el-gr/Pages/default.aspx>, (1/10/2012)

Alousystem VIP, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.alousystem-vip.gr/>, (1/10/2012)

ALTO Special Construction Material, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.alto.gr/>, (1/10/2012)

AStherm, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.astherm.gr/>, (1/10/2012)

ASTI Industrial Process Automation, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.astiautomation.ro/>, (1/10/2012)

Baonde, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο, <http://www.baode-phe.com/>, (1/10/2012)

Carrier, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.carrier.gr/carriergreek/Default.htm>, (1/10/2012)

Climasystem, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.climasystem.gr/aboutus/aboutus.html>, (1/10/2012)

Daikin, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.daikin.gr/>, (1/10/2012)

Danfoss Group Global, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.danfoss.com/>, (1/10/2012)

ELDO Energy, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://eldoenergy.gr/>, (1/10/2012)

Ergon Equipment, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.ergon.com.gr/>, (1/10/2012)

Geoexchange water fournasse, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.geoexchange.gr/>, (1/10/2012)

Green nrg, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://green-nrg.gr/#el/>, (1/10/2012)

GRV Energy Solutions, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.greenconstructions.gr/>, (1/10/2012)

HeatSmart, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.heatsmart.gr/> (1/10/2012)

Hellenic Pellets: Εναλλακτικό Βιοκαύσιμο, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.hellenic-pellets.gr/>, (1/10/2012)

InFloor System, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.infloorsystem.gr/>, (1/10/2012)

Intertherm, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.intertherm.net/>, (1/10/2012)

Maltezos, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.maltezos.gr/>, (1/10/2012)

Monotech, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.monotech.gr/>, (1/10/2012)

Onda, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.onda-it.com/>, (1/10/2012)

Philips, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.philips.gr/>, (1/10/2012)

Sieline, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://sieline.gr/pages/gr.php>, (1/10/2012)

SmartECO, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://smarteco.gr/>, (1/10/2012)

Sole, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.eurostar-solar.com/index-gr.html>, (1/10/2012)

Sondex, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.sondex.net/>, (1/10/2012)

Technotec, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.technotec.gr/>, (1/10/2012)

VK Energy Τεχνική Εταιρεία, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.vkenergy.gr/>, (1/10/2012)

Zeon ΟΕ, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.zeon.com.gr/>, (1/10/2012)

ΑΜ Κατασκευαστική, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.geothermia.gr/>, (1/10/2012)

B&T Ενέργεια, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.geothermia.gr/>, (1/10/2012)

Γενική Θερμανσεως, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.temmahellas.gr/>, (1/10/2012)

Δέλτα Τεχνική, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.deltatechniki.gr/>, (1/10/2012)

Θεοδοσούλης ΕΠΕ, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.gas.gr/2E42C307.el.aspx>, (1/10/2012)

Θερμης, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.thermis-sa.gr/greek/>, (1/10/2012)

Θερμογκαζ, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.thermogas.gr/thermonew/thermogas.php>, (1/10/2012)

Κουμπάρακης, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
<http://www.koubarakis.gr/el/home>, (1/10/2012)

Τεχνομηχανική ΕΠΕ, διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο,  
[www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm](http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm), (1/10/2012)