



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**Τομέας Συστημάτων Παραγωγής**

---

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Θέμα:**

**Ενεργειακή αναβάθμιση της Ιεράς Μονής  
Γουβερνέτου στα Χανιά: Δημιουργία ενός πρότυπου  
πράσινου συγκροτήματος**

**Energy retrofit of the Gouvernetou Monastery in Chania: Towards  
a “green” complex**

**Εκπόνηση:**

**Μηχανικός Παραγωγής & Διοίκησης**

**Πατεράκης Νικόλαος**

*e-mail: npateros@yahoo.com*

**Επιβλέπων καθηγητής: Παπαευθυμίου Σπύρος**

**Ακαδημαϊκό Έτος 2013-14**

**Χανιά**

## Περίληψη

Το συγκεκριμένο μοναστήρι κατοικείται σήμερα από μικρό αριθμό μοναχών, με όλες τις ενεργοβόρες δραστηριότητες τους (φωτισμός, μαγείρεμα, θέρμανση-ψύξη) να καλύπτονται με κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από το δίκτυο. Λόγω της ειδικής φύσης τους οι κτηριακές υποδομές του μοναστηρίου απαιτούν ειδική προσέγγιση κατά το σχεδιασμό της ενεργειακής τους αναβάθμισης. Οι κλιματιζόμενοι χώροι ξεπερνούν τα 500 τετραγωνικά μέτρα, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας δεν θα είναι απλά η ελαχιστοποίηση του κόστους αλλά και η πρόταση για μετατροπή της Μονής σε περιβαλλοντικά πρότυπο πράσινο κτήριο. Θα προσπαθήσουμε λοιπόν να προτείνουμε τρόπους μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων μέσω σύγχρονων συστημάτων τα οποία θα ενσωματώνουν εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	2
1.Εισαγωγή.....	7
Βιώσιμη ανάπτυξη και βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	7
2.Γενικά.....	8
Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού .....	8
Κλιματικές Συνθήκες .....	8
Εξωτερική Θερμοκρασία Περιβάλλοντος .....	8
Σχετική Υγρασία .....	8
Ηλιοφάνεια, νεφώσεις και η κίνηση του ήλιου.....	8
Βροχόπτωση και άνεμος.....	8
3.Βασικές τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού .....	8
Μορφή και προσανατολισμός του κελύφους .....	8
Σκίαση.....	9
Φυσικός φωτισμός.....	10
Αερισμός .....	10
Υλικά κατασκευής κελύφους .....	11
Η έννοια της θερμικής μάζας αποθήκευσης.....	11
Βασικοί κανόνες σχεδιασμού για παθητικά συστήματα θέρμανσης .....	13
Τύποι παθητικών συστημάτων .....	13
Τοίχοι Θερμικής Μάζας.....	13
Τα πλεονεκτήματα του τοίχου μάζας.....	14
Τα μειονεκτήματα του τοίχου μάζας .....	14
4.Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός.....	14
Γενικά.....	14
4.1.Συστήματα θέρμανσης .....	14
Ο Λέβητας .....	15
Ο Καυστήρας .....	15
Οι Κυκλοφορητές και η Δεξαμενή Καυσίμων .....	15
Οι Διατάξεις Ασφαλείας .....	16
Οι Σωληνώσεις .....	16
Τα Θερμαντικά Σώματα.....	16
Βιομάζα.....	16
Παραδείγματα βιομάζας.....	16
Μειονεκτήματα σε Σχέση με Συμβατικά Καύσιμα .....	17



Τεχνολογίες.....	17
Αναερόβια χώνευση.....	17
Αεριοποίηση.....	18
Καύση.....	18
Πυρηνόξυλο.....	18
Εφαρμογές.....	18
Οικονομία.....	19
Οικολογία.....	19
Ευκολία.....	19
Ποιότητα.....	19
4.2.Ηλιοθερμία.....	20
Πώς λειτουργεί.....	20
Πόσο συνεισφέρουν τα ηλιοθερμικά στην υφιστάμενη θέρμανση.....	21
Παράδειγμα.....	21
Όγκος και επιφάνεια εγκατάστασης.....	21
Πλεονεκτήματα της Ηλιοθερμίας.....	21
4.3.Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ.....	22
Απαλλαγή από την ΔΕΗ.....	22
Πώς «λειτουργεί» ένα τέτοιο κτήριο.....	22
Πώς εγκαθίσταται ένα αυτόνομο σύστημα.....	23
Τα μέρη ενός αυτόνομου συστήματος.....	23
Ιδανικός τόπος για εγκατάσταση η Ελλάδα.....	23
Τα πλεονεκτήματά τους.....	24
Υβριδικά Συστήματα.....	24
Φωτοβολταϊκά – Αιολικά υβριδικά συστήματα.....	25
Φωτοβολταϊκά – Συμβατικά.....	25
Φωτοβολταϊκά – Θερμικά.....	26
Φωτοβολταϊκά - Γεωθερμία.....	26
Ηλεκτροδότηση Περιοχών.....	26
Net Metering.....	28
Τι είναι το Net Metering.....	28
Τα βασικά πλεονεκτήματα του Net Metering.....	28
Νομοθετική κατοχύρωση του net-metering στα φωτοβολταϊκά.....	29
5.Σκοπός της εργασίας.....	30
Γενικά.....	30
Το κτήριο.....	31



6.Περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης .....	33
Υπάρχουσα κατάσταση .....	33
Το κέλυφος.....	34
Διεθνής εμπειρία .....	35
Μεθοδολογία .....	35
Οι χώροι.....	36
7.Οι προτεινόμενες βελτιώσεις .....	38
7.1Εγκατάσταση καυστήρα βιομάζας, κυρίως για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης και κατά περίπτωση για ζεστό νερό χρήσης. ....	38
Η θέρμανση .....	39
Σύστημα Βιομάζας .....	40
Το λεβητοστάσιο .....	41
Σύστημα τροφοδοσίας .....	41
Παράδειγμα εγκατάστασης λεβητοστασίου Βιομάζας .....	42
Πλεονεκτήματα .....	44
7.2 Εγκατάσταση ηλιοθερμικών συλλεκτών, για την κάλυψη αναγκών ζεστού νερού χρήσης και επικουρικά στην θέρμανση .....	44
Ηλιοθερμικά .....	44
Επιλογή ηλιακών συλλεκτών .....	44
Τεχνολογία.....	45
Δυνατότητες .....	45
Παροχή ζεστού νερού .....	46
Το ηλιοθερμικό σύστημα.....	48
Πλεονεκτήματα .....	49
Το σύστημα περιλαμβάνει .....	49
Ενεργειακή σύγκριση επιλεκτικών συλλεκτών και συλλεκτών κενού.....	50
7.3Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, για την κάλυψη αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας .....	52
Φωτοβολταϊκά.....	52
Περιγραφές Εναλλακτικών Λύσεων .....	53
Εναλλακτικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	53
Εναλλακτική τοποθέτηση-χωροθέτηση των πλαισίων.....	54
Γεωγραφική θέση έργου.....	55
Φέρουσα υποδομή Φ/Β γεννητριών.....	56
Αντιστροφείας .....	57
Επιπρόσθετες τεχνικές προδιαγραφές.....	59
Προκαταρκτική εκτίμηση σύνδεσης με το δίκτυο .....	61



Τεχνική περιγραφή έργων υποδομής.....	62
8.Στόχος, Σημασία Αναγκαιότητα και Οικονομικά Στοιχεία του Έργου - Συσχέτιση του με άλλα έργα..	62
Στόχος του προτεινόμενου έργου .....	62
Σημασία και αναγκαιότητα του προτεινόμενου έργου .....	62
Πηγή δεδομένων ηλιοφάνειας και παραγωγικότητας.....	64
Καταλληλότητα της προτεινόμενης τοποθεσίας .....	64
9.Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά το πέρας του κύκλου ζωής του έργου .....	66
10.Αποτελέσματα μεθοδολογίας .....	67
Βιωσιμότητα.....	67
Φωτοβολταικά .....	67
Θέρμανση χώρων από βιομάζα .....	67
Ηλιοθερμικά .....	68
11.Συζήτηση .....	68
Προτάσεις για το μέλλον .....	69
12.Βιβλιογραφία .....	70
Κατάλογος Συντομογραφιών .....	72
13.Παράρτημα .....	73
Λέβητας .....	73
Γενικές οδηγίες ρύθμισης του λέβητα.....	79
Οδηγίες για μια σωστή καμινάδα .....	79
Ηλιοθερμικά.....	82
Αντλιοστάσιο ηλιακού κυκλώματος.....	82
Ψηφιακός ελεγκτής.....	83
Τεχνικά χαρακτηριστικά ψηφιακού ελεγκτή .....	85
Δοχείο αδρανείας.....	86
Παραγωγός φρέσκου ζεστού νερού .....	87
Φωτοβολταικά ΠΠΕ.....	89
Κατάσταση Περιβάλλοντος .....	91
Περιγραφή του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης.....	95





## 1.Εισαγωγή

Στις αρχές του αιώνα μας το γενικό ερέθισμα ήταν η παραγωγή κτηρίων τα οποία δεν λάμβαναν υπόψη την κατανάλωση ενέργειας, την επίδραση των κλιματικών αλλαγών και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε τόπου. Η ενεργειακή κρίση το 1970 έδωσε την ώθηση για μια περεταίρω διερεύνηση του ισοζυγίου κατανάλωσης ενέργειας κάθε κτηρίου. Έτσι σε αυτή την εργασία θα δοθεί ένα παράδειγμα υπάρχοντος μεγάλου κτηριακού συγκροτήματος με υψηλές ενεργειακές ανάγκες, πως μπορεί με απλές εφαρμογές στον ηλεκτρομηχανολογικό του εξοπλισμό και όχι μόνο να μειώσει τις καταναλώσεις του. Ο στόχος είναι το ενεργειακό του ισοζύγιο στο τέλος των εφαρμογών του να είναι θετικό με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η βασική ιδέα, λόγω του ότι συζητάμε για ένα διατηρητέο κτήριο, θα πρέπει όλες οι αλλαγές να γίνουν με γνώμονα την καλαίσθητη ένταξη τους στον χώρο και στο περιβάλλον τοπίο, χωρίς να επιβαρύνουμε την παραδοσιακή αρχιτεκτονική του.

Εδώ αρχίζουν οι δυσκολίες. Τι σημαίνει, επί παραδείγματι, “ενδιαφέρον ως αισθητικό αντικείμενο”, όταν το κύριο μέλημα μας είναι να εξασφαλίσουμε ένα υψηλό επίπεδο ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηριακού μας συγκροτήματος. Μήπως η “οικονομία” και η περιορισμένη χρήση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας μας ρίξει το ενεργειακό ισοζύγιο για να αναδείξουμε το φυσικό κάλος του κτηρίου; Ή η προσπάθεια να εξοικονομήσουμε μόνο μας φέρει σε ένα κτήριο με άσχημη αισθητική; Για αυτό θα πρέπει να βρεθεί η χρυσή τομή, να ενσωματώσουμε όπως λέμε όλα τα στοιχεία που θα μας αναβαθμίσουν ενεργειακά στο κέλυφος του κτηρίου.

### Βιώσιμη ανάπτυξη και βιοκλιματικός σχεδιασμός

Στον κατασκευαστικό κλάδο, η βιωσιμότητα, υλοποιείται στον σχεδιασμό και χρήσης των κτηρίων σε βάθος χρόνου. Κύριος στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και δημιουργία κτηρίων τα οποία θα παράγουν μόνο τους την ενέργεια που χρειάζονται για να λειτουργήσουν. Το ζητούμενο στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι οι ανάγκες για θέρμανση, ψύξη, δροσισμό, σκίαση και φωτισμό να γίνονται κυρίως με παθητικό τρόπο με σκοπό την μείωση της εισερχόμενης ενέργειας στο κτήριο. Το βέλτιστο βιοκλιματικό κτήριο, δεν θα καλύπτει απλά τις ανάγκες του, αλλά θα προωθεί και στο δίκτυο ποσά περισσευούμενης ενέργειας.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ο σχεδιασμός των εσωτερικών, αλλά και των εξωτερικών χώρων με βάση το μικρόκλιμα της περιοχής, με απώτερο σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό προέρχονται από τον σχεδιασμό των κτηρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση

Τα κτήρια στην Ελλάδα είναι υπεύθυνα για το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (θερμική, ηλεκτρική), η οποία λόγω του υψηλού κόστους της επιβαρύνει τον χρήστη και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα. Οι εφαρμογές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι πολυάριθμες τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως. Σε πολλά κράτη έχουν θεσπιστεί νόμοι και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί βασικό κριτήριο για την ανάπτυξη οικιστικών συνόλων, αλλά και σε μεμονωμένα κτήρια. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα μια βιοκλιματική κατοικία μπορεί να έχει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με ένα συμβατικό κτήριο, ενώ σε σύγκριση με ένα παλαιότερο αμόνωτο κτήριο, αυτή η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει μέχρι και το 80%. Η εξοικονόμηση αυτή δεν περιορίζεται στο ετήσιο ενεργειακό κόστος, αλλά περιλαμβάνει και τη μείωση του μεγέθους των Ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Επιπλέον υπάρχουν οφέλη και σε περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο, μέσω της μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων και της βελτίωσης της ποιότητας ζωής. Με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτηρίου, τα οφέλη είναι πολλαπλά και περιλαμβάνουν την θερμική προστασία τους, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι με κατάλληλες τεχνικές που



εφαρμόζονται στο κτιριακό κέλυφος (θερμομόνωση, αεροστεγάνωση των ανοιγμάτων, σκίαση). Επιπλέον βασικό συστατικό για το βιοκλιματικό σχεδιασμό αποτελεί η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, τόσο για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων όσο και για το φυσικό φωτισμό σε όλη τη διάρκεια του έτους.

## 2.Γενικά

### Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού

#### Κλιματικές Συνθήκες

Κατά τον σχεδιασμό κάθε κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Οι πέντε, σημαντικότερες συνθήκες είναι η εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος, η σχετική υγρασία, η ηλιοφάνεια και η κίνηση του ήλιου, ο άνεμος και η βροχόπτωση.

#### Εξωτερική Θερμοκρασία Περιβάλλοντος

Η διακύμανσή της κατά μέσες τιμές για κάθε μέρα του έτους και επίσης η διαφορά θερμοκρασίας μέρας και νύχτας παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης του κτηρίου και γενικότερα για όλα τα παθητικά συστήματα που μπορούν να προσφέρουν στον αειφόρο σχεδιασμό του.

#### Σχετική Υγρασία

Η σχετική υγρασία θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 30% και 70% για συνθήκες άνεσης μέσα στο κτήριο. Αν αυτές οι τιμές δεν είναι εφικτό να προσεγγιστούν με φυσικό τρόπο, θα πρέπει να λαμβάνονται υπό όψη κατά τον σχεδιασμό του κτηρίου διάφορα μέσα για να ρυθμίζονται.

#### Ηλιοφάνεια, νεφώσεις και η κίνηση του ήλιου

Τα επίπεδα της ηλιοφάνειας, η κίνηση του ήλιου και οι νεφώσεις μια περιοχής παίζουν σημαντικό ρόλο στον βιοκλιματικό σχεδιασμό μιας κατοικίας, όσο σε επίπεδο φυσικού φωτισμού όσο και σε επίπεδο παθητικής θέρμανσης του χώρου.

#### Βροχόπτωση και άνεμος

Άλλο ένα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό της θέσης του κτηρίου μέσα στο γήπεδο. Μακροπρόθεσμα μπορεί να γίνει και μελέτη συλλογής και φύλαξης των βρόχινων υδάτων σε δεξαμενές για χρήση τους σε αρδεύσεις. Συνήθως τα επίπεδα βροχόπτωσης επηρεάζουν τα επίπεδα υγρασίας.

Η ταχύτητα, η κατεύθυνση του ανέμου και η συχνότητα του ανέμου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό κατάλληλων παθητικών συστημάτων για τον αερισμό και την ψύξη του κτηρίου.

## 3.Βασικές τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού

### Μορφή και προσανατολισμός του κελύφους

Οι επιφάνειες των εξωτερικών τοιχοποιιών και γενικότερα των τοιχοποιιών που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους, παίζουν σημαντικό ρόλο στις θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη του κελύφους προς και από το περιβάλλον. Για παράδειγμα αν το κτήριο εκτίνεται κατά άξονα ανατολή-δύση, με μεγάλα ανοίγματα προς τον νότο, εκμεταλλεύεται πλήρως τα ηλιακά κέρδη από την ακτινοβολία του ήλιου κατά τον χειμώνα. Λόγω της οριζόντιας θέσης του ήλιου στην ανατολή, τις πρωινές ώρες και στην δύση τις απογευματινές, είναι δύσκολο να ελεγχθεί με σκιάσεις τα ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη, και είναι καλό να αποφεύγονται τα μεγάλα ανοίγματα σε αυτούς του προσανατολισμούς. Επίσης σε πυκνοκατοικημένες περιοχές θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό του κτηρίου τα γειτονικά κτήρια, ώστε είτε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες σκιάσεις είτε να χρησιμοποιούνται στον παθητικό σχεδιασμό του δικού μας κτηρίου. Για παράδειγμα ένα ογκώδη κτήριο στον βορά του οικοπέδου μας θα μπορούσε να δράσει σαν ανασχετήρας των δυνατών βορινών ανέμων τον χειμώνα.





Εκτός από το εξωτερικό κέλυφος θα πρέπει να γίνεται και σωστή οργάνωση των εσωτερικών χώρων. Ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χώρου, υπάρχει ένας γενικευμένος κανόνας για τον εσωτερικό σχεδιασμό. Οι χώροι συγκέντρωσης κοινού, όπως καθιστικό και γραφείο, θα πρέπει να τοποθετούνται σε νότιο προσανατολισμό για την πλήρη εκμετάλλευση των θερμικών αναγκών κατά τους χειμερινούς μήνες. Δευτερεύοντες χώροι, όπως αποθήκες και μπάνια, θα πρέπει να τοποθετούνται με βόρειο προσανατολισμό για να βοηθούν στον περιορισμό θερμικών απωλειών, λόγω μη αναγκαίας χρήσης μεγάλων ανοιγμάτων. Χώροι όπου είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν παθητικά συστήματα δροσισμού και έχουν μια περιοδική συχνότητα συνεύρεσης κοινού, όπως τραπεζαρίες, μπορούν να τοποθετηθούν στο κέντρο του κτηρίου. Τα υπνοδωμάτια θα πρέπει να τοποθετούνται σε ανατολικό προσανατολισμό, λόγω ότι το κέλυφος έχει χάσει θερμοκρασία το βράδυ και με τις πρώτες ηλιακές ακτίνες το πρωί ανακουφίζεται πρώτα η ανατολική πλευρά του κτηρίου. Θα πρέπει να αποφεύγεται ο δυτικός προσανατολισμός αυτών των χώρων για το κέλυφος σε αυτή την πλευρά εκτίθεται όλη μέρα στην ηλιακή ακτινοβολία και έχει χάσει την δυνατότητα να απορροφήσει άλλη θερμότητα, με αποτέλεσμα να την αποβάλει στο εσωτερικό του χώρο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πολύ θερμός χώρος από το μεσημέρι και μετά και είναι η αναγκαία η χρήση ψυκτικών μέσων.

### Σκίαση

Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό ενός νέου κτηρίου πρέπει να δίνεται και στη σκίαση, έτσι ώστε να ελέγχεται η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που μπαίνει από τα ανοίγματα. Αποτελεί σημαντικό στοιχείο του κτηριακού κελύφους, καθώς συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση και κυρίως για τη ψύξη του κτηρίου, στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης, ενώ ρυθμίζει και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού, μειώνοντας τον κίνδυνο θαμπώματος. Ο τύπος και οι διαστάσεις του συστήματος καθορίζονται από παράγοντες όπως ο προσανατολισμός, η θέση των ανοιγμάτων, αλλά και λαμβάνοντας υπόψη και τους εξής παράγοντες:

- η εξασφάλιση λειτουργίας των ανοιγμάτων (οπτική επικοινωνία, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός)
- οι δυσμενείς επιδράσεις του συστήματος στο άνοιγμα και στον ηλιοπροστατευόμενο χώρο
- η σταθερότητα, η διάρκεια ζωής, και τη δυνατότητα χειρισμού
- το αρχικό κόστος κατασκευής και τα έξοδα συντήρησης

Τα συστήματα ηλιοπροστασίας μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες, τα κινητά και τα σταθερά. Τα σταθερά σκίαστρα στις περισσότερες εφαρμογές είναι κάποια προέκταση της πλάκας, οι κατακόρυφες και οριζόντιες προεξοχές, αλλά και τα οριζόντια προστέγασμα από σκυρόδεμα ή κάποιο μέταλλο στο ύψος του παράθυρου. Αντίθετα τα κινητά σκίαστρα αποτελούν κάποιες πρόσθετες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, κατασκευασμένες από ελαφριά υλικά (μέταλλο, αλουμίνιο, πλαστικό, ξύλο), οι οποίες έχουν τη δυνατότητα, με τους κατάλληλους μηχανισμούς (χειροκίνητους ή με αυτοματισμό) να περιστρέφονται, ακολουθώντας την τροχιά του ήλιου. Επιπλέον, ηλιοπροστασία στο κτήριο μπορούν να παρέχουν και οι εξωτερικοί χώροι πρασίνου, τόσο με τον άμεσο σκιασμό που μπορεί να επιτυγχάνεται από δέντρα, όσο και από χαμηλότερη βλάστηση, η οποία λόγω του πράσινου χρώματος μειώνει σημαντικά την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο έδαφος, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν και τις συνθήκες για φυσικό αερισμό.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του κτηρίου είναι η βασικότερη τεχνική για την μείωση των θερμικών κερδών κατά τους θερινούς μήνες. Χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τις σταθερές και τις ανοιγόμενες. Όταν χρησιμοποιούμε σταθερές μεθόδους, συνήθως στον νότιο προσανατολισμό χρησιμοποιούνται οριζόντιοι πρόβολοι, ενώ για τη δυτική όψη ιδανική είναι η χρήση κατακόρυφων σκιάστρων. Στις ανοιγόμενες οι συνηθέστερες είναι οι περσίδες, οι τέντες και οι κουρτίνες. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι αναλόγως αν θέλουμε να αποδώσουμε στο κτήριο θερμικά κέρδη, ή αν θέλουμε να το απομονώσουμε από την ηλιακή ακτινοβολία σύμφωνα με την θέση του ήλιου, τις ανοίγουμε ή τις κλείνουμε. Πάντα όταν μιλάμε για σκίαση ανοιγμάτων θα πρέπει να λαμβάνεται και υπόψη η αποτελεσματική τους εφαρμογή και την ομαλή ένταξή τους στον χώρο χωρίς να παρεμποδίζει την θέα.



## Φυσικός φωτισμός

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτήρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την επίτευξη οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης» με γνώμονα την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους. Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ ανακλαστικότητα).

Η χρήση του φυσικού φωτισμού θα πρέπει να μεγιστοποιείται, χωρίς αυτό να δημιουργεί θάμβωση και αντηλία στον χώρο. Διάφορες μέθοδοι χρησιμοποιούνται. Αρχικά όπως προαναφέραμε θα πρέπει το κτήριο να έχει τον σωστό προσανατολισμό. Επικουρικά, τοποθετούνται και τεχνικά συστήματα διάχυσης του φωτός, όπως φωτοσωλήνες, και σκίασης όπως περσίδες και κουρτίνες.

## Αερισμός

Ένα επαρκές σύστημα εξαερισμού είναι απαραίτητο για τη δημιουργία ενός υγιούς περιβάλλοντος, καθώς εισάγει φρέσκο αέρα απομακρύνοντας τους αέριους ρύπους και την υγρασία από τους εσωτερικούς χώρους. Ο επαρκής και σωστά σχεδιασμένος εξαερισμός συμβάλλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς συνήθως, ο εξαερισμός συνδέεται με τη θέρμανση και τον κλιματισμό των χώρων ενός κτηρίου.

Ο φυσικός αερισμός μπορεί να επιτευχθεί με χρήση τεχνικών όπως:

- Διαμπερής φυσικός αερισμός. Ο διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.
- Καμινάδες ή πύργος αερισμού. Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου.
- Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής). Αυτός ο τύπος αερισμού χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτήριο
- Ηλιακή καμινάδα. Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Καθώς επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα, η ηλιακή καμινάδα συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.
- Αεριζόμενο κέλυφος. Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους είτε στην οροφή είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, μέσα στην οποία κυκλοφορεί ο αέρας του εξωτερικού χώρου.

Αντί για την χρήση κλιματιστικών μονάδων, ο φυσικός δροσισμός θα μπορούσε να επιτύχει την θερμική άνεση μέσα στον χώρο. Λόγω του φαινομένου του θερμοσιφωνισμού(διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας) επιτυγχάνεται με φυσικό τρόπο ρεύμα αέρα, το οποίο αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμοκρασία του χώρου τις ήπια θερμές ημέρες. Διακρίνεται σε μονόπλευρο με ένα άνοιγμα, σε μονόπλευρο με δυο ανοίγματα σε διαμπερή και σε φυσικό αερισμό με ανύψωση θερμού αέρα (σύστημα καμινάδας).

Η θερμική μάζα του κελύφους ορίζει τον ρυθμό όπου θα μεταδοθεί η θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτηρίου. Υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα όπως το τσιμέντο και η πέτρα μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και να την αποδώσουν στον χώρο με



έναν σταθερό ρυθμό καθώς η εξωτερική θερμοκρασία διακυμαίνεται σε ακραίες τιμές. Για παράδειγμα ένα πέτρινο κτήριο με τοίχους πάχους 60 εκατοστών, αποτρέπει τις υψηλές θερμοκρασίες στο εσωτερικό του κατά τους θερινούς μήνες την διάρκεια της ημέρας, και αποδίδει αρκετά θερμικά φορτία κατά την διάρκεια της νύχτας.

### Υλικά κατασκευής κελύφους

Σε παλαιότερες εποχές τα κτήρια κατασκευάζονταν με τοίχους μεγάλου πάχους από πλίνθους ή από πέτρα ώστε να δεσμεύουν την ηλιακή θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και να την αποδίδουν αργά και ομαλά τη νύχτα(τοίχοι μάζας).

Σε έναν τοίχο πάχους 60 εκ. χωρίς ανοίγματα, η θερμότητα θα κάνει 8 ως 10 ώρες για να αρχίσει να φτάνει στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι ο χώρος θα παρέχει θερμική άνεση στη διάρκεια της ημέρας ενώ θα θερμαίνει επί αρκετές ώρες μετά τη δύση του ηλίου. Χώροι που θερμαίνονται από τοίχο δίνουν συχνά το συναίσθημα μεγαλύτερης θερμικής άνεσης από αυτό που παρέχεται από ένα αερόθερμο επειδή ο τοίχος διατηρεί σχετικά υψηλή θερμοκρασία έστω και αν στο χώρο επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρα. Οι αρχιτέκτονες μπορούν να χρησιμοποιούν τους τοίχους μεγάλου πάχους σε συνδυασμό με παράθυρα, προστεγνάσματα και άλλα κτηριακά στοιχεία προκειμένου να καθιστούν ομαλή και εξισορροπημένη τη θερμική απόδοση. Με σωστά τοποθετημένα παράθυρα επιτρέπεται να εισέρχεται στο κτήριο η θερμότητα και το φως νωρίς το πρωί ενώ αποφεύγεται η περίσσεια θερμικού κέρδους νωρίς το απόγευμα. Την ίδια ώρα ο τοίχος απορροφά και αποθηκεύει θερμότητα για απογευματινή απόδοση στον χώρο. Η θερμότητα απορροφάται από τη θερμική μάζα και διευθύνεται μέσω της που απελευθερώνεται αρκετές ώρες αργότερα ανάλογα με τη θερμική καθυστέρηση της μάζας.

Η απώλεια θερμότητας από τους τοίχους μάζας ακόμα και μετά από ακολουθία συννεφιασμένων ημερών δεν είναι μεγαλύτερη από τους συμβατικούς τοίχους. Οι θερμοκρασίες που προκαλούνται είναι γενικά πιο σταθερές σε σχέση με αυτές που προκαλούνται από συμβατικούς τοίχους. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες τείνουν να είναι πιο ανεκτικές και λιγότερες ξηρές (σε σχέση με τον αέρα).

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτήρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων. Ουσιαστικά, πρόκειται για συστήματα τα οποία αξιοποιούν τις φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο, κ.ά.) για τη θέρμανση ή ψύξη του κτηρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και διανομή της μέσα στους χώρους. Όταν τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης (π.χ. ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά.

Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτηρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου.

### Η έννοια της θερμικής μάζας αποθήκευσης

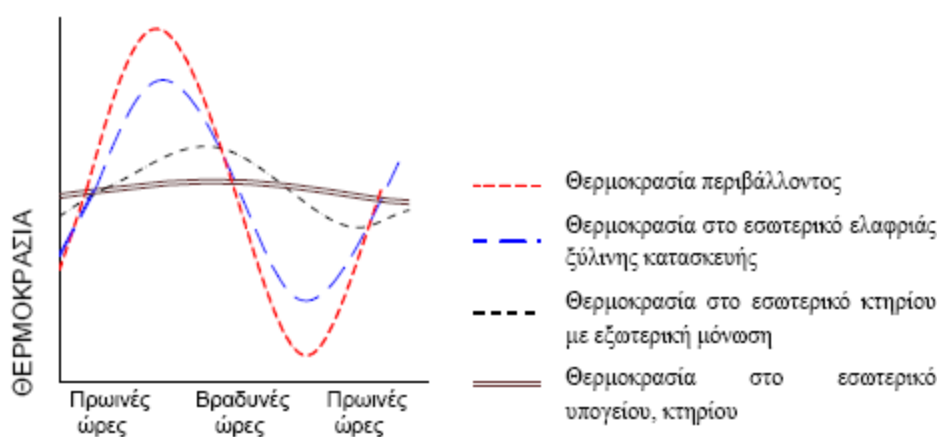
Όλα τα υλικά έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν θερμότητα όσο θερμαίνονται. Μερικά έχουν μεγαλύτερη ικανότητα από άλλα. Πόση θερμότητα μπορεί να αποθηκευτεί και για πόσο χρονικό διάστημα εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα του υλικού, το πάχος και την διάταξη της ύλης .

Ένα πιο ελαφρύ υλικό(εννοούμε μικρότερης πυκνότητας) θα θερμανθεί πιο γρήγορα και θα αποδώσει πιο γρήγορα θερμότητα από ένα βαρύ υλικό(μεγάλης πυκνότητας). Η ικανότητα της θερμικής μάζας καθορίζεται από την ημερήσια θερμοχωρητικότητα η οποία ορίζεται ως το ποσό της αποθηκευμένης θερμότητας ανά βαθμό διακύμανσης της εσωτερικής θερμοκρασίας. Η θερμική μάζα εξαρτάται κυρίως από τις ιδιότητες του υλικού σε σχέση πάντα με την επαφή του με τον εσωτερικό αέρα του κελύφους και εκφράζεται από το γινόμενο της θερμοχωρητικότητας του υλικού επί την θερμική του αγωγιμότητα. Η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού είναι ανάλογη προς τον όγκο και την πυκνότητα του υλικού. Από τα συνήθη υλικά μεγαλύτερη πυκνότητα έχει ο φυσικός λίθος ενώ ακολουθούν τα τούβλα και το



σκυρόδεμα (υλικά θερμικής αποθήκης κτηρίου). Η θερμοχωρητικότητα όλων των υλικών δεν αυξάνεται από ένα ορισμένο πάχος του υλικού και πέραν καθιστώντας περιττή την κάθε πρόσθετη αύξηση πάχους για την επίτευξη της θερμικής μάζας. Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι όλα τα υλικά συμπεριφέρονται σαν θερμικές μάζες σε κάποιο βαθμό και σχεδόν όλα έχουν κάποιες μονωτικές ικανότητες. Όμως μόνο οι καλύτεροι μονωτές χρησιμοποιούνται για την μείωση του των θερμικών απωλειών από ένα κτήριο. Με την ίδια λογική μόνο τα βαριά υλικά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σαν θερμικές μάζες για να αποθηκεύουν θερμότητα και να αποδίδουν σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα θερμότητα σε κάποιο χώρο. Ως πιο σημαντικά και ευρύτατα σε χρήση αναφέρονται το τσιμέντο ή σκυρόδεμα, νερό, τούβλα ή αλλά δομικά υλικά. Το ξύλο δεν προσφέρεται για τέτοια χρήση.

Ένας παράγοντας ελέγχου για το σωστό συνδυασμό μεταξύ πηγής θερμότητας, διάταξης και πάχους της θερμικής μάζας συνήθως χρησιμοποιείται. Στα περισσότερα κτήρια υπάρχει μια κατάλληλη ισορροπία ενέργειας μεταξύ των προσφερόμενων πηγών θερμότητας και την υπάρχουσα ποσότητα θερμικής μάζας. Αν για κάποιο λόγο προστεθεί κάποια μικρή ποσότητα τέτοιων υλικών χωρίς ανησυχία για την πηγή θερμότητας ή την διάταξη της μάζας τότε μπορεί να επιτύχουμε μόνο μικρά αποθέματα θερμότητας. Γι αυτό χρειάζεται πολλή προσοχή στον τρόπο χρησιμοποίησης της θερμικής μάζας.



**Σχήμα 1:** Σχέση θερμοκρασίας χώρου και υλικό κατασκευής κελύφους

Υλικό	Ημερήσια θερμοχωρητικότητα $\text{KJ/C}^\circ \text{m}^2$			
	Πάχος Υλικού			
	5cm	10cm	15cm	25cm
Σκυρόδεμα	120	200	240	245
Φυσικός Λίθος	115	190	220	225
Τούβλο	80	140	150	150
Ξύλο	30	35	35	35

**Πίνακας 1:** Θερμοχωρητικότητα/Πάχος υλικού



## Βασικοί κανόνες σχεδιασμού για παθητικά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους είναι πολύ συχνά κοινά οικοδομικά υλικά. Ο βασικός τους σκοπός είναι η συλλογή ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευσή της και η διανομή της στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.

Οι τρεις βασικές συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κατασκευή των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι οι εξής:

- Το κτήριο πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό με απόκλιση  $\pm 30^\circ$ .
- Το κτήριο πρέπει να έχει σχεδιαστεί με ενεργειακά κριτήρια.
- Το κέλυφος πρέπει να είναι καλά μονωμένο, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες.

Ειδική προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην περίπτωση των κτιρίων στα οποία έχουν ενσωματωθεί παθητικά ηλιακά συστήματα έτσι ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα (σκίαση, φυσικός αερισμός κλπ.) για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

## Τύποι παθητικών συστημάτων

### • Άμεσου Κέρδους

Ο χώρος διαβίωσης είναι ο χώρος που συλλέγει τις ακτίνες του χειμερινού ήλιου, που αποθηκεύει και που διανέμει την θερμότητα έχει νότιο προσανατολισμό και απορροφά 60-75% της ακτινοβολίας που δέχεται η γυάλινη επιφάνεια.

### • Έμμεσου Κέρδους

Ο χώρος διαβίωσης διαμέσου θερμικής μάζας αποθηκεύει την ενέργεια. Τέτοια συστήματα είναι οι τοίχοι θερμικής μάζας (π.χ. Τοίχοι Trombe), ηλιακή στέγη, τοίχοι νερού, θερμοκήπια.

### • Απομονωμένου Κέρδους

Έμμεσο κέρδος κατά το οποίο το στοιχείο που αποθηκεύει την θερμότητα και ο χώρος διαβίωσης είναι χωρισμένοι από μια μεγάλη απόσταση. Μερικές επεμβάσεις, με την εφαρμογή παθητικών συστημάτων σε υφιστάμενα κτήρια ή σε νέα είναι:

- Δημιουργία προθαλάμου ανάσχεσης της ροής θερμότητας από την είσοδο του κτηρίου.
- Ενσωμάτωση συστημάτων θερμικής μάζας (Τοίχοι Trombe, τοίχοι και οροφές νερού, πράσινες στέγες, κ.λπ.)
- Χρήση ηλιακής καμινάδας
- Τοποθέτηση εσωτερικών ή εξωτερικών συστημάτων ηλιοπροστασίας.
- Χρήση ανοιγμάτων και ανοιγόμενων παραθύρων για επίτευξη ψύξης και εξαερισμού

## Τοίχοι Θερμικής Μάζας

Ο τοίχος μάζας συνδυάζει συλλογή, αποθήκευση και μετάδοση της ηλιακής ενέργειας σε έναν τοίχο. Κατασκευάζεται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τοποθετείται κυρίως στην νότια πλευρά του κτιρίου. Ο τοίχος μάζας είναι ένα παθητικό ηλιακό σύστημα το οποίο επιτελεί ταυτόχρονα τρεις λειτουργίες:

1. Συγκεντρώνει την ηλιακή ενέργεια, όπως ένας κλασσικός ενεργητικός ηλιακός συλλέκτης.
2. Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον τοίχο, και η επιφανειακή του θερμοκρασία αυξάνει.



3. Η θερμότητα, η οποία απορροφάται από τον τοίχο, μεταδίδεται με αγωγή και στη συνέχεια με μεταφορά στα εσωτερικά δωμάτια του κτιρίου. Ταυτόχρονα, ο θερμός αέρας μπορεί να μεταφερθεί από τον ενδιάμεσο χώρο προς το εσωτερικό είτε παθητικά (με φυσική κυκλοφορία) είτε ενεργητικά (με μηχανικό αερισμό).

#### Τα πλεονεκτήματα του τοίχου μάζας

- Ο τοίχος μάζας είναι ένας απλός ηλιακός συλλέκτης που δεν προκαλεί προβλήματα θάμβωσης στο κτήριο.
- Η μεγάλη θερμική αδράνεια του τοίχου μάζας ελαχιστοποιεί τις ακραίες τιμές θερμοκρασίας στο τμήμα του κτηρίου που κατοικείται.
- Η θερμότητα που αποθηκεύεται σε έναν τοίχο μάζας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί με χρονική καθυστέρηση. Αυτό σημαίνει ότι σε πολλές περιπτώσεις το κτήριο δεν χρειάζεται να θερμαίνεται στην διάρκεια της νύχτας.

#### Τα μειονεκτήματα του τοίχου μάζας

- Ο φυσικός φωτισμός μπορεί να περιορισθεί.
- Ο τοίχος μάζας κάνει περισσότερο πολύπλοκο τον έλεγχο των βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού.

Ένα κινούμενο σκιάστρο για την προστασία από τον ήλιο στην εμπρός επιφάνεια του τοίχου μάζας διευκολύνει την αποφυγή υπερθέρμανσης στην διάρκεια των θερμών ημερών και ελαττώνει τις θερμικές απώλειες στην διάρκεια της νύχτας. Η προσθήκη του κινούμενου σκιάστρου αυξάνει φυσικά το ολικό κόστος, είναι όμως απαραίτητη για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης.

Μία παραλλαγή του κοινού τοίχου μάζας είναι ο τοίχος “Trombe”, ο οποίος μελετήθηκε από τον καθηγητή F. Trombe και τον αρχιτέκτονα J. Michel στην Γαλλία και εφαρμόστηκε στα πρώτα πειραματικά ηλιακά σπίτια στο Odeillo της Γαλλίας το 1967. Οι ηλιακοί τοίχοι ή “τοίχοι Trombe” αποτελούνται από τρία μέρη: ένα συμπαγή τοίχο μεγάλης θερμοχωρητικότητας από σκυρόδεμα (πάχους 30-40 cm), μία απορροφητική επιφάνεια, π.χ. μια επιφάνεια με μαύρη επίχρυση, και ένα κάλυμμα από διαφανές μονωτικό υλικό. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές υλικό και απορροφάται από την μαύρη επιφάνεια, με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποθηκεύεται στον τοίχο κατά την διάρκεια της ημέρας και να ελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτιρίου κατά την διάρκεια της νύχτας. Το διαφανές μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται στον ηλιακό τοίχο δεν είναι αναγκαίο να είναι απόλυτα διαφανές. Αυτό επιτρέπει την χρήση διαφορετικών τύπων διαφανών μονωτικών υλικών.

### 4. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός

#### Γενικά

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει ως σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου. Θα πρέπει να συνυπάρχει με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κάθε κτηριακή εγκατάστασης έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι ενεργειακές καταναλώσεις. Όσο πιο μικρή είναι η ζήτηση της ενέργειας για την λειτουργία του κτηρίου, τόσο μικρότερη ανάγκη σε ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό θα έχουμε.

Τα βασικά πεδία εφαρμογής των Η/Μ συστημάτων στα κτήρια κατοικιών είναι:

- Συστήματα θέρμανσης
- Ηλιοθερμία
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

#### 4.1. Συστήματα θέρμανσης

Κεντρική Θέρμανση ονομάζεται η παραγωγή θερμότητας για τη θέρμανση χώρων ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης από ένα κεντρικό σύστημα εγκατεστημένο σε ένα κτήριο (ή σύνολο κτηρίων) για το σκοπό αυτό.





Το κεντρικό αυτό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων, και συγκεκριμένα από το λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τη δεξαμενή καυσίμων, τις διατάξεις ασφαλείας, τις σωληνώσεις, την καπνοδόχο και τα θερμαντικά σώματα.

Η ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται στους διάφορους χώρους μέσω ενός θερμαντικού μέσου (νερό, ατμός, αέρας) ενώ η διανομή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων ή αεραγωγών, ή ακόμη και με συνδυασμό και των δύο.

Η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης πραγματοποιείται σύμφωνα με την ισχύουσα Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης κάλυψη των φορτίων στις συνθήκες χειμώνα. Είναι απαραίτητη η εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης για τη ρύθμιση της λειτουργίας του συστήματος σε περίπτωση μερικού φορτίου. Επιβάλλεται ο θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας των χώρων του κτηρίου αν ελεγχόμενη θερμική ζώνη. Και τέλος οι ελάχιστοι βαθμοί απόδοσης ανά κατηγορία είναι 91,9% μέχρι 25kW , 94,4% μέχρι 400 kW και σε περίπτωση αντλίας θερμότητας στην θέρμανση το COP (coefficient of performance) να είναι 3,2 κατ'ελάχιστο για κτήρια κύριας κατοικίας.

### Ο Λέβητας

Ο λέβητας είναι ουσιαστικά μια 'πίεστική' δεξαμενή η οποία μεταβιβάζει θερμότητα στο θερμαντικό μέσο. Είναι ο χώρος όπου γίνεται η απαραίτητη καύση προκειμένου να θερμανθεί το μέσο αυτό (στη Ελλάδα είναι ως επί το πλείστον ζεστό νερό χαμηλών θερμοκρασιών).

Ο τύπος του λέβητα που χρησιμοποιείται καθορίζεται κυρίως από την απαιτούμενη θερμοκρασία και πίεση του παραγόμενου ατμού ή νερού. Η πιο διαδεδομένη σχεδίαση είναι ο λέβητας φλογοσωλήνων (ή κυψελωτός), όπου τα καυσαέρια διέρχονται μέσω συστοιχίας σωλήνων προσαρμοσμένων στο κύριο σώμα του λέβητα. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται πτερυγιοφόροι σωλήνες για την αύξηση της επιφάνειας θερμικής συναλλαγής, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση και ελαχιστοποιώντας το μέγεθος των μονάδων. Αυτός ο τύπος λέβητα γενικά περιορίζεται μέχρι μια μέγιστη πίεση 25 bar και μέγιστη θερμοκρασία 300°C. Πέρα από τα όρια αυτά συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται μονάδες υδροσωλήνων. Σε αυτόν τον τύπο λέβητα, οι σωλήνες περιέχουν το νερό και τα καυσαέρια διέρχονται γύρω από τους σωλήνες και μεταφέρουν τη θερμότητα από την εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων προς το εσωτερικό.

Οι λέβητες διακρίνονται σύμφωνα με το υλικό κατασκευής τους σε χυτοσιδηρούς και χαλύβδινους. Οι χυτοσίδηροι αντέχουν καλύτερα στη διάβρωση, μπορούν να επιδεχθούν προσθήκες στοιχείων και χρειάζονται μικρότερες ποσότητες νερού κατά τη λειτουργία τους. Οι χαλύβδινοι έχουν μικρό βάρος και αντέχουν καλύτερα στις πιέσεις και στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας. Οι διαστάσεις τους προσαρμόζονται καλύτερα στις διάφορες απαιτήσεις και έχουν χαμηλό κόστος.

### Ο Καυστήρας

Ο καυστήρας είναι μια συσκευή προσαρμοσμένη πάνω στο λέβητα μέσα στην οποία επιτυγχάνεται η ανάμειξη του καυσίμου υλικού (π.χ. πετρέλαιο) με τον αέρα έτσι ώστε να προκαλείται και να συντηρείται η καύση. Οι καυστήρες διακρίνονται σε τρεις τύπους ανάλογα με το καύσιμο (υγρό ή αέριο) που χρησιμοποιούν ή/και τον τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου και την ανάμειξη του με τον αέρα καύσης:

- ▯ Καυστήρες εξάτμισης
- ▯ Καυστήρες διασκορπισμού
- ▯ Καυστήρες περιστροφής

### Οι Κυκλοφορητές και η Δεξαμενή Καυσίμων

Σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης, οι κυκλοφορητές μεταφέρουν το νερό από τον λέβητα στα θερμαντικά σώματα και αντιστρόφως. Ο κυκλοφορητής είναι αντλία φυγοκεντρικού τύπου και κινείται με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως τοποθετούνται μέσα στο λεβητοστάσιο και κοντά στον λέβητα.



Η δεξαμενή καυσίμων αποτελεί άλλο ένα σημαντικό στοιχείο μιας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης καθώς εκεί αποθηκεύεται το πετρέλαιο. Μια δεξαμενή καυσίμων μπορεί να είναι είτε μεταλλική είτε πλαστική.

### Οι Διατάξεις Ασφαλείας

Οι διατάξεις ασφαλείας εξασφαλίζουν τη λειτουργία μιας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης και αποτελούνται από το κλειστό δοχείο διαστολής, τον αυτόματο πληρώσεως, τη βαλβίδα ασφαλείας και τη βαλβίδα ανοδικής προστασίας. Μέσω αυτών εξασφαλίζεται η σταθερή πίεση του νερού μέσα στην εγκατάσταση θέρμανσης και η προστασία από ηλεκτρόλυση.

### Οι Σωληνώσεις

Η μεταφορά του νερού από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα και η επιστροφή του πίσω στο λέβητα επιτυγχάνεται μέσω του δικτύου σωληνώσεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τρία είδη σωληνών: Χαλκοσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες και πλαστικοί σωλήνες. Οι χαλκοσωλήνες είναι οι πιο διαδεδομένοι σήμερα, οι πλαστικοί χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, ενώ οι χαλυβδοσωλήνες έχουν εγκαταλειφθεί.

### Τα Θερμαντικά Σώματα

Τα θερμαντικά σώματα αποτελούν τις τελικές συσκευές ενός συστήματος εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης μέσω των οποίων η θερμότητα που μεταφέρει το θερμαντικό ρευστό μεταδίδεται στους εσωτερικούς χώρους. Τα σώματα είναι συνήθως κασκευασμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο. Τα χυτοσίδηρα σώματα έχουν εγκαταληφθεί σήμερα καθώς είναι πίο βαριά, και ενώ διατηρούν τη θερμοκρασία τους για πολλή ώρα αργούν να ζεσταθούν.

Τα θερμαντικά σώματα διαθέτουν ειδικούς διακόπτες που επιτρέπουν την απομόνωσή τους προκειμένου να μην ξοδεύεται ενέργεια άσκοπα σε χώρους που δεν κατοικούνται. Διαθέτουν επίσης βαλβίδες εξαερισμού για την εξαέρωσή τους σε περιπτώσεις που συσσωρεύεται αέρας μη επιτρέποντας την ομαλή κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό τους.

### Βιομάζα

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και η πιο διαδεδομένη Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε τη θερμότητα που προερχόταν από την καύση των ξύλων. Μέχρι και σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί της Αφρικής της Ινδίας, της Λατινικής Αμερικής αλλά και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν και να μαγειρέψουν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.).

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η βιομάζα διαθέτει αποθηκευμένη ενέργεια, η οποία είτε προέρχεται άμεσα από τον ήλιο (φωτοσύνθεση – φυτικής προελεύσεως βιομάζα), είτε έμμεσα (ζωικής προελεύσεως βιομάζα – ενεργειακά αξιοποιούμενα απόβλητα από ζώα). Αυτή την αποθηκευμένη ενέργεια εκμεταλλευόμαστε στις μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

### Παραδείγματα βιομάζας

- Υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών, όπως κλαδιά, φύλλα, άχυρα, υπολείμματα υλοτομίας ή και καθαρισμού δασών, επεξεργασίας ξύλου κ.α.
- Υπολείμματα μονάδων επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων, όπως ελαιοπυρήνες, πυρήνες φρούτων, υπολείμματα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, ελαιοτριβείων κ.α.
- Απόβλητα ζωικής προελεύσεως, όπως απόβλητα βουστασίων, χοιροστασίων, πτηνοτροφείων, σφαγείων, βιομηχανιών τροφίμων κ.α.
- Ενεργειακά φυτά μονοετή ή πολυετή, όπως σόργο, ελαιοκράμβη, αγριαγκινάρα, ευκάλυπτος.



Η βιομάζα, ως ανανεώσιμη πηγή, υπόκειται στις ευνοϊκές διατάξεις της υφιστάμενης νομοθεσίας περί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγόμενη από αυτήν ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στον Λειτουργό της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ) για 20 χρόνια σε ιδιαίτερα προνομιακή και σταθερή τιμή. Από την άλλη, όποια μορφή βιομάζας κι αν επιλέξουμε ως πρώτη ύλη για την παραγωγική μας μονάδα, αυτή θα έχει χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Απαιτούνται συνεπώς, μεγάλες ποσότητες πρώτης ύλης, ειδικά σε όγκο. Θα πρέπει επίσης, να αντιμετωπιστούν οι αναμενόμενες δυσκολίες στη συλλογή και στη μεταφορά της στην παραγωγική μας μονάδα. Η περιοδικότητα στην εμφάνιση της βιομάζας, ανάλογα με την προέλευσή της, καθιστά αναγκαία την κατασκευή συστημάτων αποθήκευσης. Τέλος, το κόστος μετατροπής της πρώτης ύλης σε πιο εύχρηστες μορφές επιβαρύνει συχνά το συνολικό κόστος λειτουργίας.

Εντούτοις, η έρευνα και η τεχνολογική πρόοδος που έχει πραγματοποιηθεί τα τελευταία 10 χρόνια, σε συνδυασμό με την εξασφάλιση εγγυημένων τιμών αγοράς της παραγόμενης ενέργειας, έχουν καταστήσει τις τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας εξαιρετικά ελκυστικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προοπτικές, μάλιστα, της βιοενέργειας καθίστανται διαρκώς μεγαλύτερες και πιο ελπιδοφόρες. Στις πιο προηγμένες οικονομικά χώρες, αναμένεται να καλύπτει σημαντικό τμήμα της ενεργειακής παραγωγής μελλοντικά.

### Μειονεκτήματα σε Σχέση με Συμβατικά Καύσιμα

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχική παραγωγή της δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησής της.
- Βάσει των παραπάνω, παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Σε κάθε σταθμό βιομάζας, ανεξαρτήτως τεχνολογίας, η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης βασίζεται πρωτίστως στην επίλυση των παρακάτω θεμελιωδών παραμέτρων:

1. Εξασφάλιση των απαιτούμενων ποσοτήτων για την απρόσκοπτη τροφοδοσία της μονάδας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
2. Εξασφάλιση χαμηλού κόστους κτήσης και μεταφοράς της πρώτης ύλης στη μονάδα.

Για το πρώτο απαιτείται η κατασκευή των κατάλληλων μονάδων αποθήκευσης, ενώ για το δεύτερο, η μονάδα εγκαθίσταται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 10-15 km από την πηγή των πρώτων υλών. Για μεγαλύτερες αποστάσεις, δεδομένου του μεγάλου όγκου της βιομάζας, το κόστος των μεταφορικών ανεβαίνει αρκετά. Οι παραπάνω λύσεις θα πρέπει να υιοθετούνται σε βάθος 20ετίας (για ολόκληρη τη διάρκεια της επένδυσης).

### Τεχνολογίες

Οι τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας διακρίνονται σε 3 γενικές κατηγορίες, οι οποίες αναλύονται συνοπτικά στη συνέχεια.

### Αναερόβια χώνευση

Η Αναερόβια Χώνευση είναι μια φυσική διαδικασία αποικοδόμησης οργανικών ουσιών με τη βοήθεια ενός ευρέος φάσματος μικροοργανισμών, απουσία οξυγόνου. Τα παραγόμενα προϊόντα είναι ένα μίγμα εύφλεκτων και μη αερίων και ένα στερεό εδαφοβελτιωτικό πλούσιο σε θρεπτικές ουσίες για τα φυτά. Το μίγμα αερίων περιέχει μεταξύ άλλων μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και υδρατμούς ( $\text{H}_2\text{O}$ ) και σε μικρότερες ποσότητες αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ), άζωτο ( $\text{N}_2$ ), υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ), υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ , και οξυγόνο ( $\text{O}_2$ ). Τα αέρια αυτά, αφού καθαριστούν και αφυγρανθούν, οδηγούνται σε μηχανή εσωτερικής καύσεως για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Επίσης, θα μπορούσαν να διοχετευτούν στο δίκτυο φυσικού αερίου, όπως γίνεται σε κάποιες Ευρωπαϊκές χώρες.



Για την τροφοδοσία του αναερόβιου χωνευτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πληθώρα υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών, ενεργειακών φυτών, υπολειμμάτων κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων, σφαγείων, ελαιοτριβείων κ.α. Είναι η ακριβότερη αλλά και η παλαιότερη μέθοδος συμπαραγωγής ενέργειας από Βιομάζα και, βάσει Νομοθεσίας, εξασφαλίζει υψηλότερη τιμή παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (feed-in tariff) από τις άλλες δύο μεθόδους, που ακολουθούν.

### Αεριοποίηση

Με την αεριοποίηση μετατρέπουμε σε καύσιμα αέρια οποιαδήποτε οργανική πρώτη ύλη πλούσια σε άνθρακα (C). Η αεριοποίηση είναι μια σχετικά καινούργια τεχνολογία ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, αν και η γενικότερη τεχνολογία είναι αρκετά παλαιά αριθμώντας περισσότερα από 180 χρόνια ζωής. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και της Κατοχής, ελλείψει πετρελαίου, πολλά αυτοκίνητα κινήθηκαν με αέριο παραγόμενο από προϊόντα ξύλου ή από κάρβουνο (gazozen). Το συνολικό κόστος εγκατάστασης μιας τέτοιας μονάδας είναι χαμηλότερο από αντίστοιχη μονάδα αναερόβιας χώνευσης, ενώ οι αποδόσεις σε ηλεκτρισμό και θερμότητα είναι συγκρίσιμες. Υφίσταται όμως περιορισμός στις πρώτες ύλες τροφοδοσίας του αεριοποιητή. Συνήθως χρησιμοποιούνται φυτικής προελεύσεως υπολείμματα ή απόβλητα, τα οποία υφίστανται ειδική επεξεργασία (ξήρανση και τεμαχισμό), ώστε πριν την εισαγωγή τους στον αεριοποιητή να έχουν υγρασία μικρότερη από 20%.

Η όλη διαδικασία βασίζεται στον περιορισμό της ποσότητας οξυγόνου στο εσωτερικό του αεριοποιητή, ώστε να επιτελείται ατελής καύση της βιομάζας. Αυτή η διαδικασία, η οποία χαρακτηρίζεται ως μερική οξειδωση, προσδίδει και την απαιτούμενη θερμότητα στο σύστημα. Η πρώτη ύλη διασπάται από την υφιστάμενη θερμότητα στο εσωτερικό του αεριοποιητή, με αποτέλεσμα μια σειρά χημικών αντιδράσεων που τελικά παράγουν ένα εύφλεκτο μίγμα αερίων. Το μίγμα αυτό περιέχει μεταξύ άλλων μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογόνο (H<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) και σε μικρότερες ποσότητες διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και άζωτο (N<sub>2</sub>). Μετά τον καθαρισμό του, το μίγμα μπορεί να τροφοδοτήσει ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος για τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

### Καύση

Με τη μέθοδο της απευθείας καύσης της βιομάζας παράγεται θερμότητα, η οποία ατμοποιεί νερό. Ο ατμός στη συνέχεια κινεί ένα αεριοστρόβιλο συνεζευγμένο με ηλεκτρογεννήτρια, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Αν και φθηνότερη σε συνολικό κόστος εγκατάστασης από τις δύο προηγούμενες μεθόδους, η καύση βιομάζας χαρακτηρίζεται από χαμηλότερο συντελεστή απόδοσης για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με τις προηγούμενες δύο τεχνολογίες. Η μέθοδος αυτή οικονομικά συμφέρει περισσότερο για την παραγωγή και αξιοποίηση θερμότητας (θέρμανση βιομηχανικών μονάδων, οικισμών, θερμοκηπίων κ.α.) Λόγω του σχετικά χαμηλού κόστους εγκατάστασης, σε ψυχρότερες από τη δική μας χώρες όπου μπορεί να αξιοποιηθεί για περισσότερους μήνες η παραγόμενη θερμότητα, οι οικονομικές αποδόσεις παρόμοιων μονάδων είναι αρκετά ελκυστικές.

### Πυρηνόξυλο

Το καθαρό πυρηνόξυλο είναι ένα νέο βιοκαύσιμο που απαντά στη ζήτηση για φθηνή και καθαρή, εγχώρια ενέργεια. Μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση έως 70% σε σχέση με το πετρέλαιο και έως 40% σε σχέση με το πέλλετ ξύλου.

Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του είναι ο ελαιοπυρήνας, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται χωρίς επεξεργασία ως καύσιμη ύλη.

Το καθαρό πυρηνόξυλο παράγεται ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία όπου ο καρπός καθαρίζεται από τη σάρκα της ελιάς, δίνοντας ένα οικολογικό στερεό βιοκαύσιμο με υψηλή θερμική αξία, χαμηλή τέφρα και οσμή σε σχέση με την πυρήνα.

### Εφαρμογές

Η καύση του καθαρού πυρηνόξυλου είναι κατάλληλη για οικιακή ή επαγγελματική χρήση και βρίσκει εφαρμογές σε ένα ευρύ πεδίο, από τη θέρμανση ενός μικρού σπιτιού μέχρι την παραγωγή θερμικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή.



Για την καύση είναι απαραίτητη η χρήση καυστήρων ή σομπών βιομάζας με δυνατότητα καύσης πυρηνόξυλου ή πολυκαυστήρων, κατάλληλων για μία πλειάδα στερεών βιοκαυσίμων, όπως το πέλλετ ξύλου, το πυρηνόξυλο, το καλαμπόκι και τα τσόφλια των ξηρών καρπών.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος καύσης καθαρού πυρηνόξυλου αποτελεί μία συμφέρουσα επένδυση και μία ασφαλή επιλογή. Το καθαρό πυρηνόξυλο χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος, ενώ η πρώτη ύλη του είναι εγχώρια και βρίσκεται σε αφθονία, μειώνοντας έτσι το ρίσκο των διακυμάνσεων της τιμής.

Ακόμα και σε περιπτώσεις όπου απαιτείται η αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος θέρμανσης, η εγκατάσταση ενός νέου συστήματος που δίνει τη δυνατότητα καύσης εναλλακτικών βιοκαυσίμων μπορεί να προσφέρει ευελιξία και να αποσβεσθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα.

### Οικονομία

Ο πιο σημαντικό και άμεσο όφελος που προκύπτει από τη χρήση καθαρού πυρηνόξυλου ως εναλλακτική μορφή ενέργειας είναι η οικονομία, η οποία μπορεί να φτάσει από 40% σε σχέση με το πέλλετ ξύλου(για την Κρήτη), έως 70% σε σχέση με το πετρέλαιο.

Η τιμή του είναι χαμηλή και σταθερή σε σχέση με εισαγόμενες πρώτες ύλες (πετρέλαιο, πέλλετ ξύλου), ενώ και η θερμική του δύναμη είναι σημαντικά μεγαλύτερη από άλλες φθηνότερες καύσιμες ύλες (ξύλο, πυρήνα).

Σημαντική πηγή εξοικονόμησης από τη χρήση καθαρού πυρηνόξυλου προκύπτει και εξαιτίας της καθαρότητας του τελικού προϊόντος που έχει σταθερή απόδοση και μικρές δαπάνες συντήρησης των καυστήρων, ενώ δεν είναι δυνατή η νοθεία του προϊόντος.

Με τη χρήση εγχώριας βιομάζας, όπως είναι το καθαρό πυρηνόξυλο, μειώνεται η εξάρτηση των νοικοκυριών από τις διακυμάνσεις της τιμής του πετρελαίου και τις κερδοσκοπικές τάσεις, ενώ υποστηρίζεται η ελληνική οικονομία.

### Οικολογία

Το καθαρό πυρηνόξυλο είναι μία οικολογική μορφή ενέργειας. Επειδή είναι φυτικής προέλευσης, αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε αντίθεση με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, τα οποία ανανεώνονται σε μεγάλο βάθος χρόνου.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος αναγνωρίζοντας την οικολογική του αξία το έχει κρίνει προτιμητέο έναντι του πετρελαίου και συνεπώς κατάλληλο για χρήση εντός πόλεων.

Επιπλέον, το καθαρό πυρηνόξυλο σε αντίθεση με την πυρήνα που παράγουν τα πυρηνολιουργεία, έχει πολύ χαμηλή υγρασία, με αποτέλεσμα να αποδίδει περισσότερη ενέργεια και χαμηλότερα ποσοστά τέφρας και περιορισμένες οσμές.

### Ευκολία

Το καθαρό πυρηνόξυλο αποτελεί μια εύχρηστη μορφή ενέργειας. Σε σχέση με το ξύλο καταλαμβάνει πολύ λιγότερο χώρο στην αποθήκευσή του. Σε σχέση με την πυρήνα είναι πιο καθαρό και με μικρές οσμές κατά την αποθήκευση. Επίσης, είναι καύσιμο που καίγεται με αυτόματο τρόπο, χωρίς να χρειάζεται συνεχή τροφοδοσία όπως το ξύλο και χωρίς να κολλάει στον λέβητα όπως η πυρήνα.

Επιπλέον, η προμήθεια του μπορεί να γίνεται σε μικρές ποσότητες, ανάλογα με τις ανάγκες του καταναλωτή. Η ποσότητα ενός σάκου των 20 κιλών είναι αρκετή για περίπου 10 -20 ώρες καύσης, αναλόγως των συνθηκών και του καυστήρα.

### Ποιότητα

Το καθαρό πυρηνόξυλο προέρχεται από τον καρπό της ελιάς και είναι ένα αμιγώς κρητικό προϊόν, φιλικό προς το περιβάλλον.

Χάρη στην υψηλή τεχνογνωσία και ύστερα από ειδική επεξεργασία της πυρήνας γίνεται δυνατό να διαχωριστεί το μέρος εκείνο το οποίο διατηρεί τα χαρακτηριστικά μιας καθαρής καύσης με πολύ μικρές εκπομπές αερίων και οσμές σε σχέση με τη μη επεξεργασμένη πρώτη ύλη.





Το καθαρό πυρηνόξυλο χαρακτηρίζεται από σταθερή ποιότητα και υψηλή θερμική αξία (4.400 kcal/kg). Ως αποτέλεσμα της ειδικής επεξεργασίας, επιτυγχάνεται χαμηλή υγρασία, εξαιτίας της οποίας εκπέμπεται λιγότερος καπνός και αφήνει μικρά ποσοστά στάχτης (1% - 1,9%), ενώ περιορίζονται και οι οσμές της καύσης.

## 4.2. Ηλιοθερμία

Τα τελευταία χρόνια με τη μεγάλη αύξηση των τιμών των καυσίμων, καθώς και με την καθιέρωση του Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας των Κτιρίων, η ανάγκη εξοικονόμησης και μείωσης της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας έχει αρχίσει να γίνεται συνειδητή. Η ηλιοθερμία είναι μια μέθοδος κατά την οποία αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια, παράγοντας ζεστό νερό χρήσης και καλύπτοντας μέρος των απαιτήσεων θέρμανσης των κτηρίων. Η μέθοδος εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια σε χώρες της Ευρώπης, στη χώρα μας όμως είναι πολύ λιγότερο γνωστή. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ηλιακών συστημάτων που εγκαθίστανται στη Γερμανία και την Αυστρία, χώρες με μικρή ηλιοφάνεια και μεγάλες ανάγκες θέρμανσης, είναι συνδυασμένα συστήματα θέρμανσης χώρου και νερού χρήσης. Σε όλη τη Μεσόγειο, οι τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας ευνοούν τη χρήση των ηλιακών συστημάτων καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, το κλίμα είναι ιδανικό για τέτοιου είδους εγκαταστάσεις.

### Πώς λειτουργεί

Το ηλιακό σύστημα συνδυασμένης θέρμανσης χώρου (ΘΧ) και ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), είναι ένα σύστημα που εκμεταλλεύεται τη θερμική ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται το νερό χρήσης και το νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα θέρμανσης. Αποτελείται από τρία βασικά μέρη: τους ηλιακούς συλλέκτες και δύο δοχεία αποθήκευσης ζεστού νερού, ένα του νερού χρήσης και ένα του νερού θέρμανσης χώρου. Τα δύο αυτά δοχεία μπορούν να τοποθετηθούν το ένα μέσα στο άλλο (δοχείο σε δοχείο), εξοικονομώντας έτσι χώρο, σωληνώσεις και αυτοματισμούς. Καθώς τα δοχεία μπορούν τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε διαθέσιμο χώρο του κτιρίου, οι ηλιακοί συλλέκτες εντάσσονται αισθητικά καλύτερα στο κτήριο. Επιπλέον, μπορούν να τοποθετηθούν σε χώρους που θερμαίνονται, μειώνοντας έτσι τις απώλειες θερμότητας του νερού. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν διάχυτο ηλιακό φως, συλλέγοντας ηλιακή ενέργεια ακόμη και σε συννεφιασμένες ημέρες και μετατρέποντας τα 2/3 της ηλιακής ακτινοβολίας σε ωφέλιμη ενέργεια. Οι περισσότερες φίρμες της αγοράς διαθέτουν συλλέκτες με γυαλί υψηλής απορροφητικότητας που δεν αντανακλά (antireflex) για να εξασφαλίζεται η μέγιστη μετάδοση θερμότητας. Η ιδιαιτερότητα των ηλιοθερμικών είναι ότι, λειτουργούν συνεισφέροντας στη θέρμανση που παράγεται με τη χρήση άλλων καυσίμων και όχι καταργώντας την. Μπορούν να συνδυαστούν με οποιαδήποτε συμβατική πηγή ενέργειας (καυστήρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου) ή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (καυστήρες βιομάζας), ενώ ενσωματώνονται και σε υφιστάμενο σύστημα, αρκεί να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση των συλλεκτών και των δοχείων αποθήκευσης ζεστού νερού. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν με οποιοδήποτε μέσο θέρμανσης, αλλά είναι προτιμότερη η χρήση τους με μέσα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, όπως είναι τα fancoils ή η ενδοδαπέδια θέρμανση. Αυτό συμβαίνει, γιατί το νερό ως μέσο θέρμανσης κυκλοφορεί σε χαμηλές θερμοκρασίες, τέτοιες που ακόμα και με ελάχιστη ηλιοφάνεια είναι εύκολο να επιτευχθούν.

Το σύστημα φροντίζει κατά προτεραιότητα για την πλήρη κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης και στη συνέχεια, εάν υπάρχει περίσσεια ενέργεια, ζεσταίνει το νερό θέρμανσης χώρου. Αν η περίσσεια ενέργεια δεν επαρκεί, το ηλιακό σύστημα παρακάμπτεται και η θέρμανση του χώρου γίνεται από τον καυστήρα, όπως στα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.







Εικόνα 1: Ηλιοθερμικά με δυο και ένα δοχείο αδρανείας

### Πόσο συνεισφέρουν τα ηλιοθερμικά στην υφιστάμενη θέρμανση

Ο βαθμός συνεισφοράς των ηλιοθερμικών και κατ'επέκταση μείωσης της χρήσης καυσίμων, εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, το υψόμετρο, τη γεωγραφική θέση, το μέγεθος της εγκατάστασης και άλλους παράγοντες. Ανάλογα με το τοπικό κλίμα και τη θέση του κτηρίου, το ηλιακό πάνελ δύναται να αιχμαλωτίσει περισσότερη ή λιγότερη ενέργεια. Ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, τα ηλιοθερμικά καλύπτουν από πολύ μικρό, έως και ποσοστό μεγαλύτερο από το 80% των ετήσιων αναγκών θέρμανσης. Βέβαια, πολύ υψηλές καλύψεις δεν αποτελούν οικονομικά βιώσιμες λύσεις. Η ιδανική σχέση κόστους - απόδοσης είναι η επίτευξη μιας κάλυψης της τάξης του 40-60% του συνολικού θερμικού φορτίου (ZNX και ΘΧ).

### Παράδειγμα

Ένα ηλιοθερμικό σύστημα εφαρμοσμένο και συνδυασμένο με θέρμανση δαπέδου στην Κρήτη, θα μπορεί να αναλάβει σχεδόν εξ ολοκλήρου τα θερμικά φορτία μηδενίζοντας τη χρήση πετρελαίου. Το ποσοστό συνεισφοράς θα είναι σαφώς μικρότερο σε αντίστοιχη περιοχή της Μακεδονίας, όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι μειωμένη, σίγουρα όμως θα ξεπερνά το 50%, μείωση που είναι πολύ σημαντική για τις καταναλώσεις καυσίμων και την καθημερινή οικονομία.

### Όγκος και επιφάνεια εγκατάστασης

Για την επίτευξη της κάλυψης του 40-60% του θερμικού φορτίου, με βάση τη μέση ηλιοφάνεια στην Ελλάδα και τη μέση απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης των κτιρίων, η επιφάνεια των συλλεκτών ηλιακής ενέργειας θα πρέπει να αντιστοιχεί στο 20% της επιφάνειας του θερμαινόμενου χώρου, ενώ ο απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης είναι περίπου δεκαπλάσιος, υπολογισμένος σε λίτρα. Για μία οικία δηλαδή 100τ.μ., απαιτούνται 20τ.μ. επίπεδων συλλεκτών και 1000λ. δοχείων αποθήκευσης ζεστού νερού (περίπου 200λ. για το ζεστό νερό χρήσης και 800λ. για το νερό θέρμανσης). Σε περίπτωση δώματος, η απαιτούμενη διαθέσιμη επιφάνεια θα πρέπει να είναι περίπου 1,5 φορά της επιφάνειας των συλλεκτών, δηλαδή περίπου 30τ.μ., ενώ για την εγκατάσταση των δοχείων αποθήκευσης απαιτούνται περίπου 3-4τ.μ.

### Πλεονεκτήματα της Ηλιοθερμίας

1. Εξοικονόμηση καυσίμου



2. Γρήγορη απόσβεση της επένδυσης
3. Μειωμένη συντήρηση
4. Μείωση ρύπων
5. Αισθητικό αποτέλεσμα
6. Δεν καταργείται το υπάρχον σύστημα θέρμανσης
7. Πολύ μικρές επεμβάσεις στις υφιστάμενες κατοικίες

Ένα ακόμα πλεονέκτημα ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι, το μέγεθός του (και κατά συνέπεια το κόστος του) μπορεί να είναι προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις του χρήστη και να μεταβάλλεται εύκολα. Για παράδειγμα, μπορεί να τοποθετηθεί αρχικά ένα σύστημα που να αναλαμβάνει κατά 30% το φορτίο της θέρμανσης και μετά από ένα χρόνο να επεκταθεί, με τοποθέτηση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών, έτσι ώστε να καλύπτει το 60% της θέρμανσης. Ιδιαίτερα σε περίπτωση εγκατάστασης ηλιοθερμικών σε νεοαναγειρόμενο κτήριο, η εξοικονόμηση χρημάτων είναι μεγαλύτερη: Επειδή ένα ποσοστό της θερμικής ισχύος που χρειάζεται το αναλαμβάνει το ηλιοθερμικό σύστημα, το μέγεθος του συμβατικού εξοπλισμού (λέβητας και καυστήρας) που απαιτείται να εγκατασταθεί είναι μικρότερο. Ένα μέρος δηλαδή των χρημάτων που επενδύονται για την ηλιοθερμία, εξοικονομούνται από την πρώτη μέρα, κατά την αγορά του βασικού εξοπλισμού. Για παράδειγμα, μπορεί να προτιμηθεί η αγορά λέβητα ισχύος 20KW αντί για 50KW, εάν κατά την αρχική εγκατάσταση (νεοαναγειρόμενη οικοδομή) εγκατασταθεί και ηλιοθερμικό σύστημα με συμμετοχή 60%.

### 4.3. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ

#### Απαλλαγή από την ΔΕΗ

Το μεγάλο «στοίχημα» της εποχής μας είναι η έξυπνη μείωση των εξόδων, χωρίς την παραμικρή «έκπτωση» στο επίπεδο ζωής μας. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, είναι και η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην καθημερινότητά μας. Για παράδειγμα, την κατοικία μας, την οποία χρησιμοποιούμε σε καθημερινή βάση, μπορούμε να την καταστήσουμε «αυτόνομη» με χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων και όχι μόνο. Έτσι, απαλλασσόμαστε από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ και τα πάγια που τους συνοδεύουν. Τι θα πρέπει όμως να γνωρίζουμε για τα εν λόγω συστήματα.

#### Πώς «λειτουργεί» ένα τέτοιο κτήριο

Οι αυτόνομες κατοικίες τροφοδοτούνται με ενέργεια μέσα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά συστήματα, αιολικές γεννήτριες κτλ.). Τέτοιου είδους συστήματα είναι ιδανικά για κατοικίες που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, τόσο γιατί η σύνδεση τους με το δίκτυο είναι σε πολλές περιπτώσεις χρονοβόρα και ακριβή διαδικασία, όσο και γιατί σε τέτοιου είδους περιοχές γίνεται πιο εύκολα η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Συγκεκριμένα, στην Αμερική, στην Αυστραλία αλλά και σε χώρες της Ευρώπης, είναι πολύ συνήθης η αυτονόμηση κατοικιών με συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε περιοχές απομονωμένες ή μακριά από το δίκτυο (η συντριπτική πλειοψηφία των αυτόνομων κατοικιών χρησιμοποιεί φωτοβολταϊκά συστήματα για παραγωγή ενέργειας, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό τροφοδοτείται από υβριδικά συστήματα που περιλαμβάνουν και αιολικές γεννήτριες). Επιπλέον, σε πολλές χώρες υπάρχει νομοθεσία, η οποία προβλέπει ευνοϊκές ρυθμίσεις για τους ιδιοκτήτες κατοικιών, που παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη λειτουργικότητα της κατοικίας. Επίσης, θα πρέπει να τονίσουμε ότι αποτελεί παγκόσμια τάση η αυτονόμηση των κατοικιών. Δηλαδή μια κατοικία να καταναλώνει όση ενέργεια παράγει μέσω ΑΠΕ. Σε αυτή την κατεύθυνση έχει κινηθεί και η Ευρωπαϊκή Ένωση με την αντίστοιχη νομοθεσία που προβλέπει την μετατροπή των κτιρίων σε κτήρια μηδενικής κατανάλωσης, με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Σε πολλές χώρες, μερικές εκ των οποίων η Μεγάλη Βρετανία και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, δίνονται επιπλέον κίνητρα στους πολίτες, όπως χρηματοδότηση μέρους του έργου ή φοροαπαλλαγή, για την προώθηση τεχνολογιών ενεργειακής αυτονομίας. Επιπλέον, σε αρκετές χώρες χρησιμοποιούνται διάφορες πιστοποιήσεις που σχετίζονται με την ενεργειακή κατάσταση της κατοικίας, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την πιστοποίηση κατά LEED. Το πρότυπο LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) είναι



ένα σύστημα πιστοποίησης που αναπτύχθηκε από το Συμβούλιο πράσινης δόμησης των Η.Π.Α. και αποτελείται από μια σειρά συστημάτων κατάταξης για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία υψηλής απόδοσης πράσινων κτιρίων. Τα πρότυπα LEED υποδεικνύουν τα ελάχιστα κριτήρια δόμησης κτιρίων έτσι ώστε να καθίστανται αειφόρα και ενεργειακός αυτόνομα.

### Πώς εγκαθίσταται ένα αυτόνομο σύστημα

Για να εγκαταστήσουμε ένα αυτόνομο σύστημα σε κατοικία, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Ανάλυση της περιοχής (ακτινοβολία, σκίαση κλπ.). Αρχικά θα πρέπει να γίνει υπολογισμός της ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή για όλη την διάρκεια του έτους. Σε αντίθεση με τα διασυνδεδεμένα συστήματα, όπου στόχος είναι η μέγιστη ετήσια ενεργειακή απολαβή, στα αυτόνομα συστήματα υπάρχουν εφαρμογές όπου οι ενεργειακές ανάγκες είναι μεγαλύτερες σε κάποιους συγκεκριμένους μήνες του χρόνου ή ακόμα και σε κάποιες συγκεκριμένες ώρες της ημέρας (όπως συμβαίνει με τις εξοχικές κατοικίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως το καλοκαίρι).
2. Καταγραφή των ενεργειακών απαιτήσεων. Κάθε εξοχική κατοικία (ή ακόμη και κύρια κατοικία) έχει διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες (ηλεκτρικές συσκευές, μηχανήματα κτλ.). Έτσι, για να είναι αποδοτική μια τέτοια εγκατάσταση, θα πρέπει να έχει προηγηθεί ένας σωστός σχεδιασμός, με βάση τα ενεργειακά φορτία και τον επιθυμητό χρόνο αυτονομίας (ο παράγοντας «χρόνος» καθορίζει το πλήθος των συσσωρευτών- μπαταρίες). Αρκετά σημαντική παράμετρος είναι και το είδος των συσκευών. Αν οι απαιτήσεις μας είναι αρκετά υψηλές μπορούμε να εντάξουμε στο αυτόνομο σύστημά μας, εκτός των φωτοβολταϊκών panels, λύσεις όπως, ανεμογεννήτριες ή ακόμη και γεννήτριες συμβατικών καυσίμων για υποστήριξη.
3. Οικονομοτεχνική μελέτη. Αφού ολοκληρωθεί η ανάλυση των παραπάνω στοιχείων, προκειμένου το σύστημα να μπορεί να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις, ακολουθεί η οικονομοτεχνική μελέτη της εγκατάστασης. Σε αυτό το στάδιο, παρουσιάζεται στον ιδιοκτήτη της κατοικίας τις τελικές προτάσεις με βάση την οικονομική τους δυνατότητα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το σύστημα.

### Τα μέρη ενός αυτόνομου συστήματος

Ένα συνηθισμένο αυτόνομο σύστημα αποτελείται από φωτοβολταϊκά πλαίσια (solar panels), τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε συνεχές ρεύμα και:

- Από συσσωρευτές (μπαταρίες) που αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια ώστε να είναι διαθέσιμη σε 24ωρη βάση ανεξαρτήτως της στιγμιαίας ηλιοφάνειας,
- Από ένα ρυθμιστή φόρτισης ο οποίος διαχειρίζεται τη φόρτιση των συσσωρευτών ώστε να μεγιστοποιείται η διαθέσιμη ενέργεια,
- Από ένα αντιστροφέα (inverter), που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο για χρήση από συμβατικές οικιακές συσκευές και,
- Από μια ανεμογεννήτρια που εκμεταλλεύεται τους ανέμους της περιοχής (εάν πρόκειται για υβριδικό σύστημα).

### Ιδανικός τόπος για εγκατάσταση η Ελλάδα

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη αυτόνομων συστημάτων, αφού:

- Υπάρχουν υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας και μεγάλο αιολικό δυναμικό σε πολλές περιοχές.
- Υπάρχουν πολλές νησιωτικές ή απομακρυσμένες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ηλεκτρικού δικτύου.
- Είναι δυνατή η αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω ανανεώσιμων πηγών την θερινή περίοδο, όπου και η ζήτηση είναι μεγαλύτερη.

Τα συστήματα που μπορούν να συνδυαστούν για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας είναι πολλαπλά και η χρήση τους εξαρτάται, τόσο από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, όσο και από την απαιτούμενη συνολική ενέργεια. Όλων των ειδών οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



μπορούν να συμμετέχουν σε ένα αυτόνομο σύστημα (Αιολική, ηλιακή, βιομάζα, γεωθερμία κ.α.), χωρίς ωστόσο να αποκλείεται και η ταυτόχρονη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών. Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή είναι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Σε ορισμένες περιπτώσεις προτιμώνται τα υβριδικά συστήματα, καθώς αλληλοσυμπληρώνονται.

### Τα πλεονεκτήματά τους

Το βασικό τους και κύριο χαρακτηριστικό, ανάγεται στο γεγονός ότι σας απαλλάσσουν από τα έξοδα της ΔΕΗ. Από εκεί και πέρα, τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συγκεντρώνουν πλήθος πλεονεκτημάτων:

- Λειτουργούν αθόρυβα
- Δεν παράγουν καυσαέρια ή άλλους ρύπους
- Δεν χρειάζονται επίβλεψη ή χειρισμό κατά τη λειτουργία τους
- Είναι εναρμονισμένα με το περιβάλλον
- Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση
- Προσφέρουν υψηλή και προβλέψιμη απόδοση
- Δεν απαιτείται αγορά, μεταφορά και αποθήκευση καυσίμου
- Έχουν εξαιρετικά χαμηλό κόστος λειτουργίας
- Το κόστος ενέργειας δεν επηρεάζεται από διακυμάνσεις στις τιμές των καυσίμων

### Υβριδικά Συστήματα

Η χρήση υβριδικών συστημάτων μας παρέχει την μέγιστη δυνατή αυτονομία. Ένα υβριδικό σύστημα είναι ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί παραπάνω από μία μεθόδους παραγωγής για να καλύψει την απαιτούμενη ενέργεια.

Τα συγκεκριμένα συστήματα συνδυάζουν ηλεκτρικό ρεύμα που προέρχεται κυρίως από τοπικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά, οι ανεμογεννήτριες, τα υδροηλεκτρικά συστήματα και η βιομάζα, αξιοποιώντας τα γεωγραφικά πλεονεκτήματα της περιοχής. Συχνές είναι επίσης και οι εφαρμογές, όπου χρησιμοποιούνται μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δίπλα σε μια συμβατική, όπως γίνεται με τις ηλεκτρογεννήτριες πετρελαίου, τις μπαταρίες και τις γεννήτριες μετατροπής. Σκοπός αυτών των συστημάτων είναι ο συνδυασμός διαφορετικών πηγών ενέργειας με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει συνεχής και σταθερή τροφοδοσία ενέργειας. Τα υβριδικά συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο ή η μεταφορά καυσίμων είναι αντισυμβατικές επιλογές. Παρέχουν επιπλέον την δυνατότητα μελλοντικής σύνδεσης με το δίκτυο και μπορούν να φανούν χρήσιμα σαν μια αποτελεσματική λύση παροχής ισχύος σε περιπτώσεις διακοπών παροχής ακόμα και σε εξειδικευμένους καταναλωτές. Αποτελούν δυναμικά συστήματα καθώς είναι σχεδιασμένα για να εναλλάσσονται ανάμεσα στις διαθέσιμες πηγές ενέργειας ή και να τις συνδυάζουν ταυτόχρονα με αποτέλεσμα να εξαρτώνται στο ελάχιστο από εξωγενείς παράγοντες. Σύμφωνα με το νόμο 3468/2006, ως υβριδικό σύστημα ή αλλιώς υβριδικός σταθμός ορίζεται κάθε σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί τουλάχιστον μία μορφή ανανεώσιμης ενέργειας, η συνολική ενέργεια που απορροφά από το δίκτυο σε ετήσια βάση δεν υπερβαίνει το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του συστήματος αυτού και τέλος η μέγιστη ισχύς παραγωγής των ανανεώσιμων πηγών του σταθμού δεν μπορεί να υπερβαίνει την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αποθήκευσης του σταθμού προσαυξημένη κατά ποσοστό μέχρι 20% .

Ένα από τα κυριότερα οφέλη από την αξιοποίηση υβριδικών συστημάτων είναι η διασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος, καθώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαρτώνται πολύ από τις καιρικές συνθήκες, οι οποίες εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Επιπλέον, τα υβριδικά συστήματα συμβάλλουν στη διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών και στην απεξάρτηση από συγκεκριμένες συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Τέλος, τα υβριδικά συστήματα επιτυγχάνουν την οικονομικότερη λειτουργία των συμβατικών μονάδων, καθώς αυτές είτε δε λειτουργούν καθόλου είτε λειτουργούν σε



σταθερό φορτίο. Τέτοιου είδους συστήματα παρέχουν ενέργεια όμοιας ποιότητας με εκείνης του δικτύου σε ένα εύρος από 1kW μέχρι πολλές εκατοντάδες kW, δηλαδή μπορούν να τροφοδοτήσουν από ένα πολύ μικρό σύστημα, όπως μια κεραία αναμεταδότη μέχρι και ολόκληρες περιοχές. Η ταξινόμηση των υβριδικών συστημάτων μπορεί να γίνει με γνώμονα δύο παράγοντες. Ο πρώτος αναφέρεται στο αν το σύστημα θα είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο ή αν το σύστημα θα είναι αυτόνομο, ενώ το δεύτερο κριτήριο αναφέρεται στο μέγεθος του έργου και στο αν αυτό αφορά σε μεμονωμένες κατοικίες ή σε ολόκληρες περιοχές. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, ένα υβριδικό σύστημα κατασκευάζεται με σκοπό την αυτόνομη και κυρίως σε περιοχές που δεν είναι οικονομικά βιώσιμη ή δυνατή η σύνδεση με το δίκτυο.

Τα συνήθη οικιακά υβριδικά συστήματα, είτε στην περίπτωση που έχουν σκοπό τους την αυτόνομη της κατοικίας, είτε όταν προορίζονται για να είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο, αποτελούνται από συνδυασμό κάποιου φωτοβολταϊκού πλαισίου, με αιολική ενέργεια, βιομάζα ή και με συμβατικές πηγές ενέργειας.

### **Φωτοβολταϊκά – Αιολικά υβριδικά συστήματα**

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούν μια καθαρή και αξιόπιστη τεχνολογία. Υπερέχουν σε σχέση με άλλες τεχνολογίες καθώς απαιτούν ελάχιστη συντήρηση, εφόσον δεν έχουν κινούμενα μέρη, ενώ η πηγή της ενέργειάς τους είναι το φυσικό φως. Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt. Η απόδοση ενός τέτοιου συστήματος που συνδυάζει φωτοβολταϊκά πλαίσια με ανεμογεννήτρια, εξαρτάται άμεσα από το αιολικό και ηλιακό δυναμικό της κάθε περιοχής, τα οποία ποικίλουν τοπικά και χρονικά. Η δυναμική της μίας πηγής μπορεί να υπερκαλύψει την αδυναμία της άλλης σε μια ορισμένη χρονική περίοδο. Αυτό είναι σαφές, αν λάβουμε υπόψη το γεγονός ότι, στις περισσότερες περιοχές, περισσότερη ηλιακή ενέργεια από αιολική είναι διαθέσιμη κατά τους θερινούς μήνες, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει κατά τους χειμερινούς. Σε τέτοιου είδους συστήματα, πολύ σημαντικό ρόλο έχει η διαστασιολόγηση τους, καθώς λόγω της έλλειψης μετεωρολογικών δεδομένων, η αξιολόγηση ειδικά του αιολικού δυναμικού είναι δύσκολη, αφού ο άνεμος επηρεάζεται από πολλαπλούς παράγοντες, όπως είναι η τοποθεσία, η μορφολογία του εδάφους, τα πιθανά εμπόδια και άλλοι τοπικοί παράγοντες. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος, μπορεί η ζήτηση ενέργειας να είναι μικρότερη από την παραγόμενη. Σε αυτή την περίπτωση, η ενέργεια που περισσεύει από την παραγόμενη της ανεμογεννήτριας μαζί με την ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποθηκεύεται μέσω μετατροπών ισχύος και ρυθμιστών φόρτισης σε μπαταρίες. Αντίθετα, αν η ζήτηση ξεπερνά την παραγωγή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια, τότε το πλεόνασμα καλύπτεται από τα φωτοβολταϊκά, ενώ, αν παρ' όλα αυτά και πάλι δεν καλυφθεί το επιθυμητό φορτίο, τότε χρησιμοποιείται η αποθηκευμένη στις μπαταρίες ενέργεια.

### **Φωτοβολταϊκά – Συμβατικά**

Για να χαρακτηριστεί ένα σύστημα ως υβριδικό δεν είναι απαραίτητο και οι δύο μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται να είναι ανανεώσιμες. Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται εκτενώς είναι ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών πλαισίων με συμβατικές γεννήτριες που χρησιμοποιούν είτε βενζίνη είτε diesel. Σε αυτή την περίπτωση, ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή, έτσι ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμο το έργο. Μια γεννήτρια βενζίνης είναι πιο οικονομική, αλλά έχει μικρότερο χρόνο ζωής και μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας. Αντίθετα, μια γεννήτρια diesel έχει μικρότερο κόστος αγοράς, αλλά η χρήση της είναι επιβαρυντική για το περιβάλλον, λόγω των αερίων που παράγονται κατά την καύση του πετρελαίου. Χαρακτηριστικό είναι ότι, σε χαμηλό, σχεδόν μηδενικό φορτίο, η γεννήτρια πετρελαίου χρησιμοποιεί το 30% του καυσίμου που θα χρησιμοποιούσε στο μέγιστο φορτίο. Αυτό το πρόβλημα εξαλείφεται με τον συνδυασμό της με φωτοβολταϊκά και μπαταρίες, ώστε να ομαλοποιείται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και να μειώνεται το κόστος. Για αυτούς τους λόγους προτιμάται η χρήση γεννήτριας Diesel. Έτσι κατά την κανονική λειτουργία του υβριδικού συστήματος, τα φωτοβολταϊκά παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ στο φορτίο μέσω του μετατροπέα ισχύος. Η πρόσθετη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά φορτίζει τις μπαταρίες μέσω ενός





ρυθμιστή φόρτισης, μέχρι οι μπαταρίες να φτάσουν στο μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο φόρτισης. Ο κύριος σκοπός της χρήσης μπαταριών είναι η αποθήκευση ή η παροχή ενέργειας ανάλογα με τη ζήτηση σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Η γεννήτρια μπαίνει σε λειτουργία, μόνο εάν η ζήτηση του φορτίου δεν μπορεί να καλυφθεί από τα φωτοβολταϊκά και τις μπαταρίες.

### Φωτοβολταϊκά – Θερμικά

Ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών με θερμικά πλαίσια είναι μια σχετικά πρόσφατη τεχνολογία στην οποία ενσωματώνονται σε ένα σώμα η παραγωγή ηλεκτρικής & θερμικής ενέργειας για την κάλυψη όλων των τύπων αναγκών ενός κτιρίου. Στα τυπικά φωτοβολταϊκά πάνελ, ο συντελεστής απόδοσης πέφτει με την άνοδο της θερμοκρασίας. Αντίθετα, τα υβριδικά πάνελ PV-T επωφελούνται απορροφώντας την περιττή θερμότητα του φωτοβολταϊκού τμήματος για την παραγωγή θερμικής ενέργειας. Αυτή η λειτουργία δρα ευεργετικά για το φωτοβολταϊκό τμήμα, το οποίο λειτουργεί σε ιδανικές θερμοκρασίες και επομένως παράγει έως και 50% περισσότερη ενέργεια από ένα αντίστοιχο απλό φωτοβολταϊκό πάνελ. Με αυτό τον τρόπο, συνδυάζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού ή αέρα. Το νερό αυτό μπορεί στην συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για καθημερινές ανάγκες (ζεστό νερό χρήσης), για την θέρμανση του κτηρίου είτε με τα κλασσικά καλοριφέρ ή με ενδοδαπέδια θέρμανση είτε με την μορφή κλιματισμού τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη. Επιπλέον μπορεί να επωφεληθεί οποιαδήποτε εφαρμογή που χρησιμοποιεί ζεστό νερό. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί αέρας ως ψυκτικό μέσο, ο θερμασμένος αυτός αέρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση χώρων.

### Φωτοβολταϊκά - Γεωθερμία

Σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ηλιακά συστήματα για την υποστήριξη του δικτύου γεωθερμίας. Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν από 20% - 40% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας. Ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιεί το θερμό νερό που προέρχεται από τα ηλιοθερμικά συστήματα ή το θερμό νερό κάποιου συστήματος, όπως αυτό της παραπάνω κατηγορίας για την τροφοδότηση του συστήματος γεωθερμίας με θερμό νερό και κατά συνέπεια για τη θέρμανση του χώρου. Μια νέα τεχνολογία που αναπτύχθηκε το τελευταίο έτος και ακόμα δεν είναι εμπορικά διαθέσιμη είναι ο συνδυασμός των φωτοβολταϊκών πλαϊσίων με τη γεωθερμία. Σε αυτή την περίπτωση η πλεονάζουσα θερμότητα από την ηλιακή ενέργεια που παράγεται το καλοκαίρι μπορεί να αποθηκευτεί με τη χρήση γεωθερμικής αντλίας στο έδαφος και να επαναχρησιμοποιηθεί τους κρύους μήνες μέσω μιας θερμικής αντλίας. Με αυτό τον τρόπο, όχι μόνο αυξάνεται ο συντελεστής απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών, αλλά και διασφαλίζεται η βέλτιστη χρήση της θερμότητας. Ακόμα και για αυτόνομα κτήρια που δεν είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ, η χρήση υβριδικών συστημάτων καλύπτει με λογικό κόστος τις ενεργειακές μας ανάγκες χωρίς την προσφυγή σε δαπανηρά και ρυπογόνα μέσα, όπως είναι οι γεννήτριες πετρελαίου. Τα υβριδικά συστήματα που χρησιμοποιούνται περισσότερο σε κατοικίες, αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πλαίσια και ανεμογεννήτρια.

### Ηλεκτροδότηση Περιοχών

Τα υβριδικά συστήματα, δε χρησιμοποιούνται μόνο για την αυτονόμηση μεμονωμένων οικιών, αλλά και για την ηλεκτροδότηση ολόκληρων περιοχών. Σε αυτή την περίπτωση, η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από κάποιο συνδυασμό μέσων παραγωγής και στη συνέχεια τροφοδοτείται στους καταναλωτές με χρήση κάποιου τοπικού δικτύου. Τα βασικά μέρη που συνιστούν ένα υβριδικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής είναι:

- οι μονάδες παραγωγής της ενέργειας,
- η μονάδα αποθήκευσης ενέργειας,
- η μονάδα ελέγχου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και συντονισμού των ποικίλων διαθέσιμων επιλογών για βέλτιστη κάλυψη των αναγκών.





Οι τεχνολογίες παραγωγής που χρησιμοποιούνται πιο συχνά μπορεί να είναι ηλεκτρογεννήτριες συμβατικών καυσίμων, οι οποίες και έχουν τη δυνατότητα γρήγορης απόκρισης στο απαιτούμενο φορτίο, αν και μπορεί να είναι θορυβώδεις και μη συμφέρουσες οικονομικά. Σε περιοχές με καλό αιολικό δυναμικό, σημαντικές ποσότητες ενέργειας μπορούν να παράγουν ανεμογεννήτριες. Λόγω της στοχαστικότητας του ανέμου, όμως, επιβάλλεται η διασύνδεση των ανεμογεννητριών με άλλες τεχνολογίες ή η αποθήκευση της ενέργειας για την επίτευξη σταθερής τροφοδοσίας. Γι' αυτό το λόγο, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε υβριδικά συστήματα. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι εύκολα στην εγκατάσταση και δεν απαιτούν συντήρηση και είναι ιδανικά για εγκατάσταση σε περιοχές όπου η παροχή καυσίμων μπορεί να αποτελεί πρόβλημα, αλλά απαιτούν μεγάλη έκταση για τη εγκατάσταση ενός συστήματος με ικανοποιητική ισχύ, ενώ επιπλέον η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από αυτά δεν είναι σταθερή. Τα υδροηλεκτρικά έργα παρέχουν πιο σταθερή και αξιόπιστη παροχή ηλεκτρισμού σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα υδροηλεκτρικά, δε χαρακτηρίζονται από μεγάλες ασυνέχειες στην παροχή ενέργειας και για αυτό ακόμα και μικρά έργα (<10MW) μπορούν να είναι βιώσιμα, ιδιαίτερα αν συνδυαστούν και με κάποια άλλη πηγή ενέργειας. Επιπλέον με την χρήση και άλλων συστημάτων βιώσιμη είναι και η αξιοποίηση πολύ μικρών υδροηλεκτρικών σχηματισμών της τάξεως των 200kW ή ακόμα και μικρότερων. Σημαντική παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να προκύψει από τη χρήση βιομάζας ως καύσιμο, καθώς οι διαθέσιμες πηγές καύσιμης ύλης είναι πολυάριθμες και ποικίλλουν από αγροτικά και δασικά υπολείμματα, ενεργειακές καλλιέργειες, όπως επίσης και τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας, όπως είναι η καύση και η αεριοποίηση. Τέλος, για τη μεγάλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικά συστήματα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες τεχνολογίες λιγότερο διαδεδομένες, όπως είναι οι κυψέλες υδρογόνου, τα συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα και τα συστήματα παραγωγής ενέργειας από τη θάλασσα (κυματισμός και παλίρροιες). Η μεταβλητότητα ορισμένων πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα των ανανεώσιμων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μη πλήρη κάλυψη της ζήτησης από την παραγωγή αυτή καθαυτή. Επιπλέον, τυχόν γεννήτριες του συστήματος δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν άμεσα σε μια απότομη αύξηση της ζήτησης. Για να ξεπεραστούν τέτοιου είδους προβλήματα πρέπει στο σύστημα να υπάρχει κάποιο μέσο αποθήκευσης της ενέργειας. Το πιο διαδεδομένο μέσο αποθήκευσης είναι οι μπαταρίες, ενώ άλλες μέθοδοι περιλαμβάνουν ηλεκτροχημικά συστήματα με εξωτερική αποθήκευση όπως κυψέλες καυσίμου, ηλεκτρικά συστήματα όπως πυκνωτές και μηχανικά συστήματα με χαρακτηριστικό παράδειγμα την άντληση του νερού. Η επιλογή που χρησιμοποιείται περισσότερο ιδιαίτερα σε μεγάλα υβριδικά συστήματα και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον είναι τα αντλητικά υδροηλεκτρικά συστήματα, ιδιαίτερα σε παραθαλάσσιες περιοχές ή σε περιοχές που είναι κοντά σε μεγάλο υδάτινο σώμα. Σε αυτή την περίπτωση, όταν η ανανεώσιμη πηγή προσφέρει στο σύστημα περισσότερη ενέργεια από τη ζητούμενη, νερό αντλείται από τη θάλασσα σε δεξαμενές σε μεγαλύτερο υψόμετρο. Όταν η ζήτηση ηλεκτρικού ρεύματος είναι μεγαλύτερη από την παροχή, τότε ενεργοποιείται το υδροηλεκτρικό σύστημα και το νερό από τις δεξαμενές επανέρχεται στη θάλασσα, διαμέσω στροβίλων και γεννητριών και με αυτό τον τρόπο παράγεται άμεσα ηλεκτρική ενέργεια. Με αυτό το γνώμονα κινούνται σήμερα πολλά υβριδικά έργα στην Ελλάδα. Σε πολλές περιπτώσεις, έχει χρησιμοποιηθεί ο συνδυασμός ανεμογεννητριών με υδροηλεκτρικά συστήματα, ενώ δεν είναι σπάνιος και ο συνδυασμός ανεμογεννητριών με φωτοβολταϊκά πλαίσια. Δύο από τα μεγαλύτερα έργα υβριδικής παραγωγής ενέργειας βρίσκονται στην Ικαρία και στο Ρέθυμνο. Πιο αναλυτικά, το υβριδικό σύστημα παραγωγής ενέργειας της Ικαρίας αποτελείται από δύο Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς (ΜΥΗΣ Προεσπέρας, ισχύος 1,05 MW και ΜΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας, ισχύος 3,1 MW), ένα αντλιοστάσιο (με 12 αντλίες των 250 KW έκαστη) και το Αιολικό Πάρκο Στραβοκουντούρας με τρεις ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 2,7 MW. Η επιτυχής λειτουργία του έργου θα επιτρέψει μεγάλη αύξηση της διείσδυσης της ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές στο ηλεκτρικό σύστημα του νησιού. Το δεύτερο έργο βρίσκεται στην περιοχή Αμάρι του Ρεθύμνου και αναμένεται να έχει συνολική ισχύ 50MW και να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του Ρεθύμνου κατά 65%, ενώ είναι δυνατή και η περαιτέρω ενεργειακή αναβάθμιση της ισχύος του υβριδικού σταθμού μέχρι τα 100MW. Το έργο αποτελείται από 2 αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 81MW, ένα αντλιοστάσιο με 10 αντλίες των 36MW έκαστη και ένα σταθμό ελεγχόμενης παραγωγής με ικανότητα παραγωγής 50MW και άντληση 108MW. Τέλος, το έργο αποτελείται και από δύο δεξαμενές, με την μια να βρίσκεται στο δήμο Ρεθύμνου και τη δεύτερη να είναι ο ταμιευτήρας του φράγματος ποταμών στο Δήμο Αμαρίου.



## Net Metering

Ο περιορισμός της τιμής για τα φωτοβολταϊκά συστήματα, μείωσε σημαντικά την απόδοση της επένδυσης και έφερε το χώρο σε αδιέξοδο, από το οποίο μπορεί εντούτοις να «αποδράσει», μέσω του ενεργειακού συμψηφισμού.

Τα τελευταία χρόνια, η γρήγορη ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών στη χώρα μας βασίστηκε στο μοντέλο των εγγυημένων τιμών πώλησης ή αλλιώς Feed-in-Tariffs (FiT). Πρόκειται για ένα μοντέλο που αναπτύχθηκε στη Γερμανία φέρνοντας την στην κορυφή των χωρών με τη μεγαλύτερη διείσδυση φωτοβολταϊκών, παρά την πολύ χαμηλή της ηλιοφάνεια. Η αυτούσια εφαρμογή του γερμανικού μοντέλου στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τις ιδιαιτερότητες της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δημιούργησαν ένα μεγάλο οικονομικό έλλειμμα που, σύμφωνα με τις προβλέψεις του λειτουργού της αγοράς ΛΑΓΗΕ, θα ξεπεράσει τα 1,4 δις το τέλος του 2014. Είναι προφανές ότι, στη χώρα μας, εκτός από το μοντέλο λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει να αλλάξει και το μοντέλο ένταξης των νέων φωτοβολταϊκών μονάδων, αλλά και γενικότερα των άλλων τεχνολογιών ΑΠΕ.

Τον τελευταίο καιρό στη χώρα μας, πληθαίνουν διαρκώς οι φωνές για την υιοθέτηση ενός άλλου μοντέλου που βασίζεται στην ιδιοκατανάλωση και είναι γνωστό ως ενεργειακός συμψηφισμός. Το μοντέλο αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στις ΗΠΑ με την ονομασία Net Metering (ελληνιστί ενεργειακός συμψηφισμός). Το Net Metering επιτρέπει στον τελικό καταναλωτή να εγκαταστήσει ένα σύστημα παραγωγής, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες του σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο ενεργειακός συμψηφισμός προβλέπεται να εφαρμοσθεί σύντομα και στη χώρα μας, αφού σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, θα αποτελεί μέρος του νέου νομοσχεδίου για τις ΑΠΕ που θα κατατεθεί σύντομα για ψήφιση στη Βουλή.

### Τι είναι το Net Metering

Το Net Metering αναφέρεται σε μια συμφωνία μεταξύ της εταιρείας ηλεκτρισμού και ενός καταναλωτή ηλεκτρικού ρεύματος, που εγκαθιστά ένα τοπικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η συμφωνία προβλέπει ότι, αν κατά τη διάρκεια μιας περιόδου καταμέτρησης, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από την κατανάλωση, το πλεόνασμα πιστώνεται στο επόμενο τιμολόγιο χρέωσης. Αν η παραγωγή είναι μικρότερη από την κατανάλωση, ο καταναλωτής χρεώνεται μόνο για τη διαφορά. Αν με το κλείσιμο ενός έτους από την εγκατάσταση του συστήματος παραγωγής, υπάρχει τελικά περίσσεια ενέργειας, αυτή χάνεται και η διαδικασία ξεκινά από την αρχή για το επόμενο έτος.

Αν κατά τη διάρκεια ενός έτους το σύστημα παραγωγής παράγει ενέργεια ίση με τη συνολική ετήσια κατανάλωση, ο καταναλωτής δεν πληρώνει τίποτε στην εταιρεία ηλεκτρισμού.

### Τα βασικά πλεονεκτήματα του Net Metering

- Παρέχει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να παράγει μόνος του φθηνή ηλεκτρική ενέργεια, προστατεύοντας τον ταυτόχρονα από τις συνεχόμενες αυξήσεις των χρεώσεων, αρκεί να καταβάλει μια και καλή, ένα συγκεκριμένο χρηματικό πόσο για την προμήθεια και εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.
- Δεν υπάρχει χρηματική δοσοληψία με την Πολιτεία, αφού η παραγόμενη ενέργεια δεν πωλείται έναντι χρηματικού ανταλλάγματος. Συνεπώς, δεν υπάρχουν έσοδα που μπορεί να φορολογηθούν, ούτε κάποια τιμή πώλησης, η οποία αργότερα μπορεί να μειωθεί.

Στη χώρα μας, το σημερινό κόστος ηλεκτρικού ρεύματος και οι σημερινές τιμές προμήθειας και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, καθιστούν το Net Metering μια συμφέρουσα επιλογή για τις μεγάλες οικιακές καταναλώσεις καθώς και για τη μεγάλη πλειοψηφία των εμπορικών καταναλώσεων.

Το Net Metering όμως, μπορεί να δώσει διέξοδο και στους μικρούς καταναλωτές, αφού τους δίνει ένα σημαντικό κίνητρο για να καλύψουν ένα μεγάλο μέρος των πάγιων ενεργειακών τους αναγκών χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η αντικατάσταση του καυστήρα πετρελαίου από μία αντλία θερμότητας.



## Νομοθετική κατοχύρωση του net-metering στα φωτοβολταϊκά

Το γεγονός ότι οι νέες εγγυημένες τιμές πώλησης της παραγόμενης από φ/β ενέργειας είναι πλέον χαμηλότερες από την λιανική τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, ανοίγει το δρόμο για εφαρμογή συστημάτων net-metering και αυτοκατανάλωσης.

Προφανώς για να γίνει εφικτό κάτι τέτοιο, απαιτείται η θεσμική κατοχύρωση και του net-metering και της αυτοκατανάλωσης, αλλά και η προσαρμογή του ΔΕΔΔΗΕ στα νέα δεδομένα (π.χ. αποδοχή και προμήθεια μετρητών διπλής κατεύθυνσης, δραστική μείωση του κόστους σύνδεσης σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα). Αναφέρουμε χαρακτηριστικά ότι το κόστος σύνδεσης ενός οικιακού συστήματος στην Ελλάδα είναι 800-1.000 € πλέον ΦΠΑ, όταν το αντίστοιχο κόστος στη Γερμανία είναι της τάξης των 150 €.

Σε κάθε περίπτωση, το σημερινό σύστημα των σταθερών εγγυημένων τιμών (έστω και χαμηλών) πρέπει να συνεχίσει να υπάρχει, καθώς οποιοδήποτε άλλο σχήμα θα απαιτήσει χρόνο για την ωρίμανση και επικράτησή του στην αγορά.

Το ερώτημα είναι ποιο είναι το καταλληλότερο σχήμα για την εφαρμογή του net-metering και της αυτοκατανάλωσης. Ο Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών πιστεύει πως το καταλληλότερο σχήμα θα ήταν να συνδέεται ο καταναλωτής με ένα μετρητή διπλής κατεύθυνσης και να χρεώνεται μόνο για την ενέργεια που καταναλώνει και υπερβαίνει την παραγόμενη στη διάρκεια μιας μετρητικής περιόδου. Στην περίπτωση που η παραγωγή υπερβαίνει την κατανάλωση, η περίσσεια αυτή θα μπορούσε να πιστώνεται λογιστικά στις επόμενες μετρητικές περιόδους, χωρίς, ωστόσο, να δύναται η πίστωση αυτή να υπερβεί μια συνολική χρονική διάρκεια (π.χ. ένα έτος).

Το σχήμα αυτό του net-metering κατευθύνει τον καταναλωτή να διαστασιολογήσει το σύστημά του κοντά στην ετήσια κατανάλωσή του για να μην έχει διαφυγόντα κέρδη.

Στην περίπτωση δύο μετρητών (εισερχόμενη-εξερχόμενη ενέργεια), αν και τεχνικά δεν υφίσταται ζήτημα, υπάρχει ο κίνδυνος ο συμψηφισμός να μην αφορά τους φόρους και τα τέλη και έτσι η αποπληρωμή του συστήματος να απαιτήσει πολύ περισσότερο χρόνο καθιστώντας την επένδυση μη ελκυστική.

Το σχήμα net-metering και αυτοκατανάλωσης μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις στέγες χωρίς περιορισμούς ισχύος για να ανοίξει έτσι μια νέα αγορά (εμπορικές, αγροτικές, βιομηχανικές στέγες).

Δεδομένου ότι επίκειται νομοθετική ρύθμιση για το θέμα, παραθέτουμε παρακάτω τις προτάσεις του Συνδέσμου Εταιριών Φωτοβολταϊκών. Η πρόταση εκείνη προέβλεπε πως “η παραγόμενη ενέργεια από το σταθμό συμψηφίζεται σε κάθε κύκλο καταμέτρησης με την καταναλισκόμενη ενέργεια στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού που τροφοδοτεί ο σταθμός. Τυχόν πλεόνασμα ενέργειας που προκύπτει από τον συμψηφισμό του προηγούμενου εδαφίου διοχετεύεται στο δίκτυο χωρίς υποχρέωση για οποιαδήποτε αποζημίωση στον αυτοπαραγωγό”.

Είναι δυνατή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών και σταθμών μικρών ανεμογεννητριών από αυτοπαραγωγούς σε εγκαταστάσεις τους που συνδέονται στο δίκτυο. Για τις περιοχές που χαρακτηρίζονται από τη ΡΑΕ ως περιοχές με κορεσμένα δίκτυα, σύμφωνα με τη διαδικασία των δύο τελευταίων εδαφίων της περίπτωσης α' της παρ. 5 του άρθρου 3 του ν. 3468/2006 για την εφαρμογή του προηγούμενου εδαφίου καθορίζεται με απόφαση της ΡΑΕ περιθώριο ισχύος μετά από εισήγηση του διαχειριστή του δικτύου. Η παραγόμενη ενέργεια από το σταθμό συμψηφίζεται σε κάθε κύκλο καταμέτρησης με την καταναλισκόμενη ενέργεια στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού που τροφοδοτεί ο σταθμός. Ο αυτοπαραγωγός χρεώνεται μόνο για τη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης-παραγόμενης ενέργειας και τυχόν χρεώσεις, φόροι και τέλη που βαρύνουν την κατανάλωση, επιβάλλονται μόνο επί αυτής της διαφοράς. Τυχόν πλεόνασμα ενέργειας που προκύπτει από τον συμψηφισμό παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας κατά τη διάρκεια ενός κύκλου καταμέτρησης πιστώνεται λογιστικά στον αυτοπαραγωγό κατά τους επόμενους κύκλους καταμέτρησης, έως και τον μηδενισμό του ισοζυγίου καταναλισκόμενης-παραγόμενης ενέργειας σε διάστημα 12 μηνών. Τυχόν πλεόνασμα ενέργειας που προκύπτει από τον συμψηφισμό του προηγούμενου εδαφίου διοχετεύεται στο δίκτυο χωρίς υποχρέωση για οποιαδήποτε αποζημίωση στον αυτοπαραγωγό. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, μετά από εισήγηση του αρμόδιου



Διαχειριστή και γνώμη της ΡΑΕ, καθορίζονται ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων συμψηφισμού ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος, καθώς και κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια. Με την απόφαση του προηγούμενου εδαφίου είναι δυνατό να καθορίζεται αποζημίωση από τον προμηθευτή υπέρ του ειδικού διαχειριστικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν. 2773/1999 (Α' 286) για ποσοστό του πλεονάσματος ενέργειας που προκύπτει από τον συμψηφισμό και διοχετεύεται στο δίκτυο χωρίς υποχρέωση για οποιαδήποτε αποζημίωση στον αυτοπαραγωγό.

Οι σταθμοί του παρόντος άρθρου εξαιρούνται από την αναστολή της αδειοδοτικής διαδικασίας βάσει των διατάξεων της περίπτωσης (β) της παρ. 3 του άρθρου 1 του ν.3468/2006, όπως προστέθηκε με το άρθρο 1 του ν.3851/2010. Οι διατάξεις του άρθρου 13 του ν. 3468/2006 και η διάταξη της παραγράφου 3 του άρθρου 9 του παρόντος δεν εφαρμόζεται για τους σταθμούς για τους οποίους θα χορηγηθεί οριστική προσφορά σύνδεσης βάσει των διατάξεων του παρόντος άρθρου και συνεπώς θα συναφθεί η αντίστοιχη σύμβαση συμψηφισμού.

Η ισχύς των σταθμών του παρόντος άρθρου συνυπολογίζεται για την εκτίμηση της ενδεχόμενης κάλυψης των ορίων ισχύος που καθορίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις της περίπτωσης (β) της παρ. 3 του άρθρου 1 του ν.3468/2006, όπως προστέθηκε με το άρθρο 1 του ν.3851/2010".

## 5.Σκοπός της εργασίας

### Γενικά

Ο π. Ειρηναίος συνεχίζοντας τη διήγησή του μας ανέφερε: «Τελείωσα το Α΄ Γυμνάσιο Χανίων και συνέχισα τις σπουδές μου στο εξωτερικό, έζησα τον πόλεμο στη Σερβία ως φοιτητής έξι χρόνια και επέστρεψα από εκεί στη Θεσσαλονίκη για να συνεχίσω τις σπουδές. Έπειτα πήγα στο Άγιο Όρος όπου με μια ομάδα φοιτητών που ποθούσαν να γίνουν μοναχοί πήγαμε σε ένα κελί το οποίο διατηρούμε μέχρι σήμερα σε ένα τεράστιο δάσος κοντά στο Βατοπαίδι το οποίο ανακαινίσαμε, ζήσαμε, μαθητεύσαμε όπως ήταν και η επιθυμία του γέροντα μου σεβασμιότατου Αρχιεπισκόπου Κρήτης να γίνει ένα κοινόβιο μοναστήρι στα Χανιά κι έτσι να μαθητεύσουμε εκεί και να μεταλαμπαδεύσουμε εκείνο το οποίο ζήσαμε και βιώσαμε στο Άγιο Όρος, εδώ στα Χανιά στη μητρόπολη μας στο συγκεκριμένο μοναστήρι του Γουβερνέτου. Με την ευχή και την ευλογία του, η αδελφότητα ανέλαβε να επαναλειτουργήσει το μοναστήρι αυτό, το οποίο, βεβαίως, μέχρι εκείνη τη στιγμή 1 Αυγούστου του 2005 που εγκατασταθήκαμε τρεις αδελφοί, ήταν ένας νέος άνθρωπος, ο πατήρ Ιωάννης, ο οποίος προσπάθησε να το κρατήσει κι ένας ηλικιωμένος, ο οποίος δεν μπορούσε να κάνει πολλά πράγματα και μετά από λίγο καιρό απεβίωσε. Το μοναστήρι, λοιπόν, Γουβερνέτου έγινε κοινόβιο, που σημαίνει ότι υπάρχει κοινός βίος, κοινή ζωή, κοινές χαρές, κοινές λύπες, κοινή λατρεία, κοινή εργασία. Περιγράφοντάς μας την καθημερινότητα στη Μονή, ο π. Ειρηναίος αναφέρει: «Δεν έχεις στο κοινόβιο τίποτα δικό σου, αλλά όλα ανήκουν στο μοναστήρι και το μοναστήρι είναι εκείνο το οποίο δίδει στους μοναχούς ότι τους χρειάζεται. Και οι μοναχοί, βεβαίως, με τον κόπο τους και τον ιδρώτα τους έχουν και δημιουργούν τα προς το ζην. Εδώ καλλιεργούμε, έχουμε δέντρα καρποφόρα, έχουμε κάποια ζώα, αλλά δεν κρεοφαγούμε, δεν τρώμε κρέας ποτέ σύμφωνα με τη μοναστική παράδοση, η οποία, διατηρείται, δυστυχώς, μόνο στο Άγιο Όρος και σε κάποια άλλα μοναστήρια γυναικεία κυρίως και στο Σινά επίσης που δεν κρεοφαγεί. Είναι μια ασκητική στάση αυτή την οποία κρατούμε οι μοναχοί απέναντι σε απολαύσεις αλλά βεβαίως έχει και ένα Θεολογικό νόημα η αποχή από το κρέας, το οποίο δεν θα αναλύσω τώρα για να μην σας καθυστερήσω. Ασχολούμαστε επίσης με την αγιογραφία, τη μικρογραφία, τα χειρόγραφα, με τη βυζαντινή μουσική και έχουμε μια ευαισθησία στα θέματα που αφορούν την οικολογία. Δεν χρησιμοποιούμε φάρμακα στα δέντρα μας και στη ζωή μας την καθημερινή προσπαθούμε με οικολογικούς τρόπους να διαβιώνουμε εργαζόμενοι στη γη του κοινοβιακού μας μοναστηριού».



Αναφορικά με τη δράση της Μονής προς όφελος της Κοινωνίας, ο π. Ειρηναίος μας ανέφερε χαρακτηριστικά: «Η Μονή, όπως γνωρίζουν αρκετοί, έχει οργανώσει συνέδρια που αφορούν το περιβάλλον αλλά και τα ναρκωτικά. Το τελευταίο συνέδριο έγινε πρόπερσι τον Νοέμβριο. Κάνουμε μια προσπάθεια και επιθυμούμε τη στήριξη όποιων ανθρώπων επιθυμούν να βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση σε έκταση που παραχωρεί το μοναστήρι για να δημιουργηθεί ένα Κέντρο Απεξάρτησης με πρόγραμμα κλειστό και στεγνό για νέους από 18 έως 28 χρονών. Μάλιστα, είναι ήδη έτοιμη η μελέτη, έχει εκπονηθεί και κοστολογηθεί και είμαστε στην προσπάθεια να μπει ο θεμέλιος λίθος και να αρχίσει το έργο».

Στο μοναστήρι όπως αναφέρει ο π. Ειρηναίος έχει αρχίσει από καιρό η ανακαίνισή του και ήδη η μισή βόρεια πτέρυγα έχει τελειώσει μαζί με τον πύργο της. «Τα ξύλα που χρησιμοποιήθηκαν τα φέραμε από το Άγιο Όρος και είναι από καστανιά. Στην κυριολεξία, το μοναστήρι αναστηλώθηκε εκ βάθρων με χρήματα μιας δωρεάς που έγινε και με τη χάρη του Θεού έχουμε ένα καλό και σωστό ανακαινισμένο τμήμα. Συνεχίζονται οι εργασίες με τον ξενώνα και το αρχονταρίκι και θα πάμε μέχρι τον άλλο πύργο βάσει μελέτης, η οποία έχει εγκριθεί από το κεντρικό αρχαιολογικό συμβούλιο των Αθηνών. Μέχρι το καλοκαίρι θα αρχίσουν και οι εργασίες στη νότια πτέρυγα με την Τράπεζα της Μονής και τη θολωτή οροφή της. Από κάτω είναι τα κελάρια, ένας εκπληκτικός χώρος επίσης θολωτός με ωραίες καμάρες και δίπλα ο παλιός φούρνος. Πάνω είναι το εργαστήριο αιογραφίας της αδελφότητας», εξηγεί. Αναφερόμενος στις μορφές που έζησαν στη Μονή, ο π. Ειρηναίος μας είπε: «Στο προαύλιο της Μονής βρίσκεται ο τάφος του μακαριστού μητροπολίτη Κυδωνίας και Αποκορώνου Αγαθαγγέλου Ξηρουχάκη ο οποίος καταγόταν από τη Σούρη Αποκορώνου. Γεννήθηκε το 1870, κοιμήθηκε το 1958 και ετάφη εδώ στο μοναστήρι καθώς υπήρξε αδερφός της Μονής. Υπήρξε ο γέροντας του μητροπολίτου πρώην Κισιάμου και Σελίνου Ειρηναίου Γαλανάκη και του πρώην αρχιεπισκόπου Κρήτης Τιμοθέου Παπουτσάκη. Σπούδασε και έζησε στη Βιέννη. Υπήρξε μια τεράστια προσωπικότητα, έχει γράψει εκπληκτικά έργα και χρημάτισε διοικητής Κρήτης στα χρόνια της Κατοχής. Βοήθησε πάρα πολύ κόσμο να σωθεί από τα χέρια των Γερμανών και από τα εκτελεστικά αποσπάσματα, μεταξύ αυτών, τον μητροπολίτη Ειρηναίο Γαλανάκη ο οποίος τότε ως λαϊκός καθηγητής είχε συλληφθεί και οδηγηθεί στην Αγία. Τελειώνοντας θα αναφερθώ στο νερό. Οι ανάγκες της Μονής καλύπτονταν με υπόγειες στέρνες που γέμιζαν όταν έβρεχε. Καταφέραμε όμως να φέρουμε νερό στο μοναστήρι και έτσι έχουμε φυτέψει μέχρι τώρα τρεις χιλιάδες δέντρα στην περιοχή. Διαμορφώσαμε τον εξωτερικό χώρο, εγκαταστήσαμε παιδικές χαρές για τα μικρά παιδιά καθώς και ένα μικρό γήπεδο να παίζουν.

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η σταδιακή απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα αποτελεί επιτακτική ανάγκη τόσο για την ενεργειακή επάρκεια στο μέλλον όσο και για μια περιβαλλοντικά βιώσιμη-αιφόρο ανάπτυξη. Η βιωσιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο χρήσης τους και από την προώθηση τους στο σύνολο της κοινωνίας. Η παράμετρος αυτή αποτελεί μια πρόκληση για τη χώρα μας και αν λάβουμε υπόψη την γενικότερη κατάσταση στην Ευρώπη, κρίνεται απαραίτητη η προσπάθεια ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για τα περιβαλλοντικά θέματα και τις ΑΠΕ. Υπεύθυνοι για αυτή την ενημέρωση δεν είναι μόνο οι κυβερνητικοί και θεσμικοί φορείς αλλά και οι εκπαιδευτικοί. Οι τελευταίοι μάλιστα μπορούν να ενσωματώσουν τις παγκόσμιες τάσεις χρήσης των ΑΠΕ στον ελληνικό χώρο με επιστημονικό και εμπειριστικό τρόπο. Κάτι τέτοιο θα δώσει την ευκαιρία να αναδειχθούν οι ΑΠΕ και τα πλεονεκτήματά τους και να ενημερωθεί το κοινό. Ο τελικός σκοπός είναι η όσο το δυνατόν περισσότερη ενσωμάτωση τους στα υπάρχοντα συστήματα παραγωγής ενέργειας.

### Το κτήριο

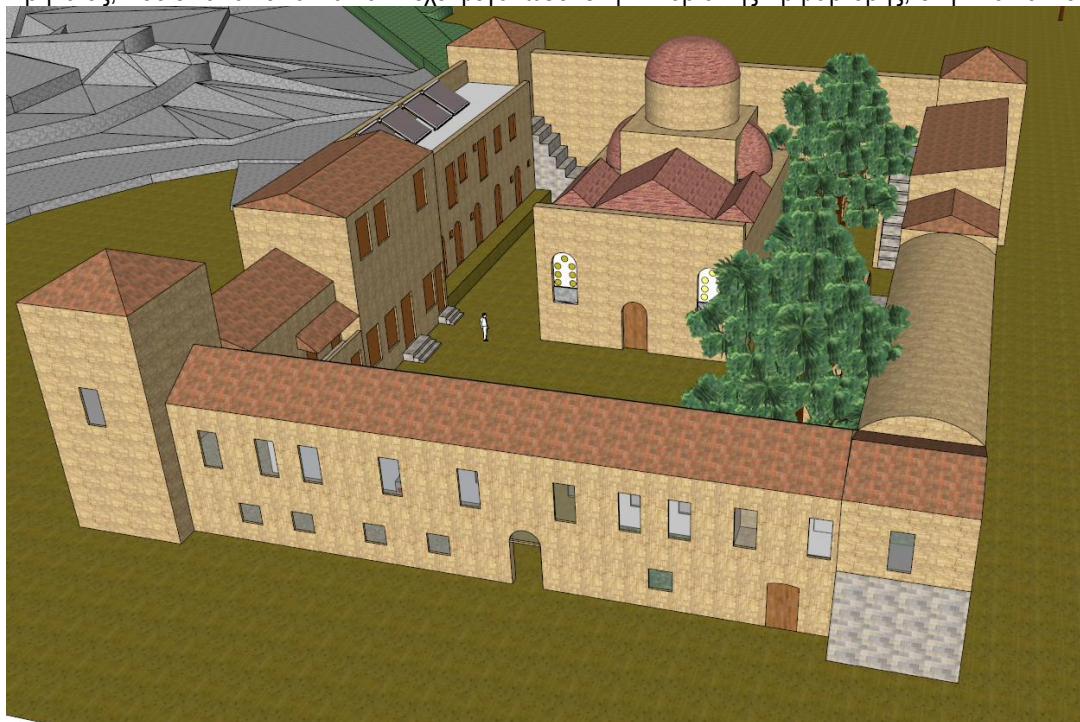
Η Μονή Γουβερνέτου είναι ένα από τα πιο παλιά μοναστήρια που βρίσκονται στην Κρήτη, αφού χτίστηκε το 1537. Η Μονή Γουβερνέτου, ή Κυρία των Αγγέλων όπως επίσης ονομάζεται, βρίσκεται στη χερσόνησο Ακρωτήρι, περίπου 4χλμ από την Μονή Αγίας Τριάδας ή 19 χιλιόμετρα βόρεια από τα Χανιά. Η Μονή Γουβερνέτου, μοιάζει σαν κάστρο, με πύργους που χρησίμευαν για την προστασία από επιδρομές. Ειδικά η εξωτερική όψη του μοναστηριού φανερώνει τις έντονες ενετικές επιδράσεις: μοιάζει με ενετικό φρούριο και έχει διαστάσεις 40 μ x 50 μ, περίπου, με πύργους στις τέσσερις γωνίες του και ειδικές θυρίδες – πολεμίστρες. Σήμερα σώζονται πλήρεις μόνο οι δυο πύργοι αλλά μπαίνοντας στον περίβολο μπορεί να δει κανείς τα υπολείμματα των άλλων δύο. Η εκκλησία έχει σταυροειδές





σχήμα, χωρίς θόλους και νάρθηκα κάθετο στο κεντρικό κλίτος. Το πολύ ενδιαφέρον και εντυπωσιακό είναι οι ανάγλυφες εικόνες τεράτων που κοσμούν την πρόσοψη του ναού. Η τεχνοτροπία είναι επίσης αρκετά ασυνήθιστη με ενετικές επιρροές από την εποχή της Αναγέννησης και του μπαρόκ.

Από τα ελάχιστα κοινόβια ανδρικά μοναστήρια της Ελλάδας είναι και αυτό της Ιεράς Μονής Γουβερνέτου στο Ακρωτήρι που ονομάζεται και Μονή Κυρίας των Αγγέλων επειδή η Εκκλησία του μοναστηριού είναι αφιερωμένη στη μεγάλη μάνα του κόσμου, την Παναγία. Η ξενάγησή μας έγινε από τον ηγούμενο του μοναστηριού, αρχιμανδρίτη π. Ειρηναίο, ο οποίος, με εγκάρδιότητα μάς υποδέχτηκε αφιερώνοντας αρκετή ώρα για να μας πληροφορήσει, απαντώντας ταυτόχρονα στα ερωτήματά μας. «Είναι μεγάλη και πολυκύμαντη η ιστορία της Μονής, η οποία άρχισε να κτίζεται στη θέση αυτή το 1537 όπως αναφέρεται και στην είσοδο με σκαλισμένα στις πέτρες γράμματα που αντιστοιχούν σε αριθμούς. Η Μονή προέκυψε μετά τη διάλυση της σκήτης του γνωστού ως Καθολικού, που βρίσκεται λίγο παρακάτω από εδώ, στο αυλάκι του Αγίου όπου έζησε ο Άγιος Ιωάννης ο Ερημίτης. Εγκαταλείφτηκε δε η σκήτη κάτω στο Καθολικό, το οποίο είναι εκπληκτικής αρχιτεκτονικής, λόγω των επιδρομών των πειρατών. Οι μοναχοί, λοιπόν, για να μην ξεχάσουν όσα περάσανε από τους πειρατές, λαξεύσανε τα πρόσωπά τους σε πέτρες του Ιερού Ναού του μοναστηριού για να θυμούνται αφενός την τυραννία που υπέστησαν από αυτούς, αφετέρου δε, λόγω της αρχιτεκτονικής της εποχής, τα σκαλίσματα συμβολίζουν και τους δαίμονες, τα κακά πνεύματα που λέγαμε, τα οποία η Εκκλησία που συμβολίζει τον στύλο, τα καταπατά, για αυτό βρίσκονται στη βάση και όχι στην κεφαλή της κολώνας. Η αρχιτεκτονική αυτή υπάρχει βέβαια και στην Παναγία των Παρισίων. Η Εκκλησία της Μονής είναι αφιερωμένη στην Παναγία, στα Εισόδια και η εφέστιος εικόνα της σώζεται με θαυματουργικό τρόπο καθότι δεν έμεινε τίποτα όρθιο από τις λεηλασίες των Τούρκων. Πρόκειται για ένα θαυμαστό έργο Τέχνης του τέλους του 14ου αιώνα και διαφυλάσσεται εδώ στο μοναστήρι σε ειδικό μέρος. Λιτανεύεται δε και τιμάται ιδιαίτερα κατά την θεσπισθείσα από την αδελφότητα πριν επτά χρόνια εορτή, που εορτάζει η Κυρία των Αγγέλων κατά το Σάββατο της Διακαινησίμου όπου λιτανεύουν την εικόνα μόνο γυναίκες», υπογράμμισε ο ηγούμενος της Μονής π. Ειρηναίος, που είναι από τα Χανιά κι έχει μεγαλώσει στην Ενορία της Τριμάρτυρης, στην παλιά πόλη.



*Εικόνα 2:3D Απεικόνιση Μονής*





Εικόνα 3: Αεροφωτογραφία Μονής



Εικόνα 4: Ο Ναός της Μονής

## 6.Περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης

### Υπάρχουσα κατάσταση

Το μοναστήρι κατοικείται σήμερα από 5 μοναχούς, με σκοπό στο άμεσο μέλλον να φτάσει στους 20 μόνιμους κάτοικους, με κάποιους από αυτούς να έχουν αυξημένες ανάγκες στην κατανάλωση ενέργειας. Όλες οι δραστηριότητες τους που απαιτούν ενεργειακή πηγή καλύπτονται από την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος από το δίκτυο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια πάρα πολύ μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος με την αντίστοιχη οικονομική επιβάρυνση. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι η



κύρια στόχευση των μοναχών δεν είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους αλλά η μετατροπή της Μονής σε περιβαλλοντικά πρότυπο κτήριο.

Θα προσπαθήσουμε λοιπόν μειώσουμε την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου μέσω σύγχρονων συστημάτων τα οποία λειτουργούν με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Στόχος μας είναι να καλύψουμε τις ανάγκες ,για θέρμανση και παροχή ζεστού νερού, εξολοκλήρου με ηλιοθερμικά και σύστημα βιομάζας και οι ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια (οικιακές συσκευές, φωτισμός και τυχών γεωργικά μηχανήματα) από ένα σύστημα φωτοβολταϊκών, τα οποία θα λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο της ΔΕΗ και όποτε η ενέργεια που παράγουν δεν φθάνει για να καλύψουν τις ανάγκες, αυτές θα καλύβονται από το δίκτυο. Θεωρούμε σημαντική την ελαχιστοποίηση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης και αντικατάσταση της ηλεκτρικής κουζίνας με κουζίνα υγραερίου. Η ηλεκτρική ενέργεια επιλέχθηκε να μην αποθηκεύεται γιατί η χρήση των μπαταριών εκτός του ότι ανεβάζει το κόστος της εγκατάστασης, είναι ιδιαίτερα ρυπογόνος λόγω των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή τους και λόγω του προβλήματος διαχείρισης που υπάρχει μετά το τέλος της ζωής τους.

### Το κέλυφος

Για την κατασκευή του έχουν χρησιμοποιηθεί ογκώδεις λίθοι πλάτους 0,60 μέτρων, και ουσιαστικά δεν έχει χρησιμοποιηθεί κάποιο συστατικό σύνδεσης τους(λίγη λάσπη κατά τόπους η οποία αναλογικά με τον όγκο του τοίχου είναι αμελητέα). Εσωτερικά το κτήριο έχει μια στρώση επιχρίσματος, πάχους 0,05 μέτρων, το οποίο λόγω ότι η κατασκευή είναι πολύ παλιά. Εδώ το κύριο δομικό στοιχείο του τοίχου είναι συμπαγής λίθος, και ακριβέστερα ιζηματογενή πέτρωμα(σκληρό). Το πλεονέκτημα του είναι η μεγάλη θερμοχωρητικότητα και η μεγάλη αγωγιμότητα. Το μειονέκτημα του είναι ο μεγάλος συντελεστής στην διάχυση υδρατμών(της τάξης του 200-250) κάτι που τον κάνει εύκολα προσβλήσιμο από υγρασία. Παρακάτω φαίνεται μια τομή της τοιχοποιίας:



Τομή τοίχου: Επίχρισμα- τοίχος

Το να περιγράψεις φυσικά τα φαινόμενα μεταφοράς που παρατηρούνται σε μια τέτοια διάταξη δεν είναι καθόλου εύκολο αφού υπάρχει εξάρτηση ανά πάσα στιγμή από την διαφορετικότητα των συνθηκών λειτουργίας. Για αυτό θα χρησιμοποιηθεί το λειτουργικό της 4M FINE για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών από την τοιχοποιία.

Η χρήση τοίχων μεγάλου πάχους μπορεί να χαρακτηριστεί σαν παθητικό ηλιακό σύστημα, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του. Κάτι το οποίο θα ληφθεί στα υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών.

Παράλληλα δίνεται επίσης σημασία στην περιγραφή βασικών τρόπων αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας κυρίως για την θέρμανση χώρων και την εμπειρική συμπεριφορά τους. Εξηγείται επίσης γιατί υπάρχει





ανάγκη χρήσης τους και πως ουσιαστικά ωφελούν τέτοια συστήματα οικονομικά και περιβαλλοντικά. Η εργασία δεν έχει στόχο να εξηγήσει εις βάθος όλους τους παραμέτρους που αφορούν την λειτουργία τέτοιων συστημάτων και ειδικά του τοίχου θερμικής συσσώρευσης. Τα φαινόμενα που εμφανίζονται είναι πολλά και αφορούν αρκετούς τομείς.

Αντίθετα χρησιμοποιεί βασικές έννοιες από όλα τα πεδία με ιδιαίτερη προσοχή στην αντιμετώπιση θερμικών φορτίων και γενικότερα στην μετάδοση θερμότητας μέσω πεπερασμένων διαφόρων. Έτσι είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν σε πρώτη φάση κάποιες παραδοχές για μια προσεγγιστική ανάπτυξη μοντέλων που θα απεικονίζουν την λειτουργία του συστήματος αυτού αφού άλλωστε σκοπός του μηχανικού δεν είναι να είναι λεπτομερής αλλά όσο πιο δυνατόν προσεγγιστικός με την πραγματικότητα. Για αυτό το λόγο γίνονται αρκετές παραδοχές για την εξαγωγή βασικών και ουσιαστικών συμπερασμάτων.

Το σίγουρο είναι ότι αυτή η προσπάθεια γίνεται για να βρεθούν σύμμαχοι σε μια φιλικότερη συμπεριφορά των κατασκευών ως προς το περιβάλλον, στην μεγάλη απεξάρτηση από τα ρυπογόνα καύσιμα που έτσι και αλλιώς δεν θα υπάρχουν για πάντα και στην στροφή στην χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή ενέργεια.

### Διεθνής εμπειρία

Έχουμε δει κατά καιρούς μέσα από δημοσιεύσεις της ακαδημαϊκής κοινότητας, project ιδιωτικών εταιριών αλλά και μέσω των MME (λόγο της απήχησης της περιβαλλοντικής προστασίας με τη χρήση ΑΠΕ στο σύνολο της κοινωνίας) πολλές προσπάθειες για "πρασίνισμα" κτηρίων, εγκαταστάσεων, χωριών, ακόμα και μικρών νησιών με εξαιρετικά αποτελέσματα στην εξοικονόμηση ενέργειας από συμβατικές πηγές, την βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, την ενεργειακή αυτονομία, την προστασία του τοπικού οικοσυστήματος αλλά και την οικονομική ανάπτυξη και ευημερία.

Στις μέρες μας η κατασκευή κτηρίων-εγκαταστάσεων με σύγχρονα πρότυπα λαμβάνει σοβαρά υπόψη της την ενεργειακή κλάση των κτηρίων εφαρμόζοντας από απλούς κανόνες όπως ο προσανατολισμός μέχρι σύνθετα υλικά αλλαγής φάσης. Η χρήση των ΑΠΕ σε κτήρια υπό κατασκευή είναι πλέον διαδεδομένη και μπορεί να έχει τέτοια οπτική και χρηστική ενσωμάτωση ώστε να προσφέρει στην αισθητική και στην πρακτικότητα. Είναι όμως δυνατόν να έχουμε σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα σε υφιστάμενα κτήρια και ιδιαίτερα σε αυτά που βρίσκονται υπό ανασκευή-ανακαίνιση αφού οι τεχνικές ενσωμάτωσης οι οποίες προτείνονται από το μηχανικό είναι πολλές, ευέλικτες και αποτελεσματικές.

Ανά τον κόσμο υπάρχουν πολλά παραδείγματα πράσινων κτηρίων-συγκροτημάτων τα οποία χρησιμοποιούν πρωτοποριακές τεχνολογίες και ευρείας κλίμακας χρήση ΑΠΕ.

Η Μεξικάνικη πόλη San Felipe κοντά στην Καλιφόρνια είναι η πόλη με τη μεγαλύτερη χρήση ηλιακής ενέργειας στην Βόρεια Αμερική με πάνω από 3000 τοποθετήσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτήρια.

Η συγκεκριμένη πρακτική ανθίζει στη χώρα μας με πολλά υπό κατασκευή έργα και ακόμα περισσότερες ώριμες μελέτες. Από την υπό κατασκευή πράσινη γειτονιά στις εργατικές κατοικίες της Αγίας Βαρβάρας μέχρι projects για τα κτήρια του Δήμου Σερρών και το πράσινο χωριό στην Άρτα. Είναι λοιπόν σημαντική η εμπλοκή και συμβολή των Εκπαιδευτικών και Ερευνητικών Ιδρυμάτων στον συγκεκριμένο τομέα αφού σύμφωνα με τις ενδείξεις, εκτός από φιλικότητα προς το περιβάλλον που αποτελεί στρατηγικό στόχο της ΕΕ και κάθε ανεπτυγμένου κράτους, θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να γίνει και ο μοχλός αυτής.

### Μεθοδολογία

Για τον καθορισμό της κατεύθυνσης που θα κινηθούμε στην εργασία μας έγινε επίσκεψη το μοναστήρι για αυτοψία και συζήτηση με τους μοναχούς. Στόχος μας ήταν ο ακριβής καθορισμός του προβλήματος, η εξακρίβωση των δυνατοτήτων του κτηρίου καθώς και της βούλησης των μοναχών για τις αλλαγές σε αυτό και η συγκέντρωση πληροφοριών και δεδομένων. Με βάση τα παραπάνω θα προσπαθήσουμε να αναπτύξουμε ένα σενάριο ενός μοντέλου ενεργειακής επάρκειας με φιλικότητα προς το περιβάλλον και τη ιδιαιτερότητα του κτηρίου.



Το μοναστήρι είναι παλαιάς κατασκευής οπότε δεν έχει κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης-ψύξης και παροχής ζεστού νερού. Οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι αρκετά μεγάλες λόγω της έντονης δραστηριότητας των μοναχών, της μεγάλης έκτασης κοινόχρηστων χώρων, του μεγάλου αριθμού μοναχών που πρόκειται να φιλοξενήσει και των σημερινών σημειακών πηγών θέρμανσης οι οποίες έχουν πολύ μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Στα θετικά της κατασκευής που πρέπει να λάβουμε υπόψη και να αξιοποιήσουμε είναι οι πέτρινοι τοίχοι πάχους 50-60 cm οι οποίοι προσφέρουν ένα πολύ καλό επίπεδο θερμομόνωσης, τα στενά παράθυρα και πόρτες τα οποία μειώνουν τις απώλειες (θα τοποθετηθούν κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή για καλύτερη θερμομόνωση μελλοντικά) και η τοποθέτηση των κυριότερων κοινόχρηστων χώρων (τραπεζαρία) στην νότια πλευρά του κτηρίου ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ωριαία ηλιακή κάλυψη και αποφυγή των βόρειων κρύων ανέμων. Το κτήριο λόγω της πέτρινης κατασκευής του υποφέρει πολύ από υγρασία, κάτι που κάνει την ανάγκη για θέρμανση ακόμα πιο επιτακτική.

Κατά την επίσκεψή και την άριστη συνεργασία με του μοναχούς τραβήχτηκαν φωτογραφίες όπου αυτό επιτρεπόταν, μας ξενάγησαν και είδαμε λεπτομερώς όλους τους χώρους, μας επέτρεψαν να κάνουμε μετρήσεις για την δημιουργία αρχιτεκτονικών σχεδίων και είχαμε μια πολύωρη συζήτηση. Στην συζήτηση, μας κατατόπισαν για τις ενεργειακές τους ανάγκες, τις αλλαγές που θα δεχθεί το κτίσμα κατά την ανακαίνισή του, το όριο των παρεμβάσεων που μπορούμε να κάνουμε σε αυτό και την κατεύθυνση που αυτοί θα ήθελαν να ακολουθήσουμε.

### Οι χώροι

Το συνολικό εμβαδόν του μοναστηριού μαζί με τους ακάλυπτους χώρους (το μεγαλύτερο ποσοστό) είναι περίπου 2000 m<sup>2</sup>. Έγινε πλήρη αποτύπωση των χώρων και σχεδιασμός τους σε Autocad και σε 3D απεικόνιση για καλύτερη κατανόηση της μορφολογίας του.

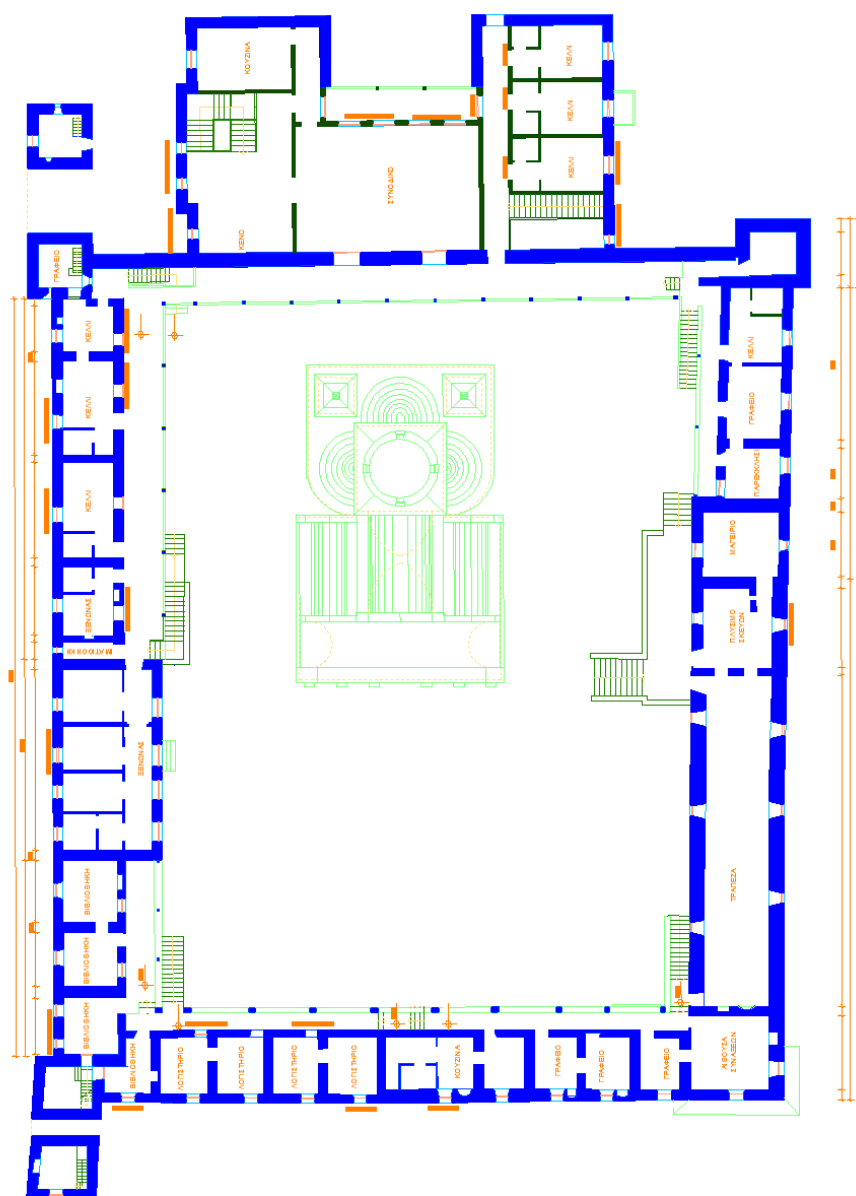






*Εικόνα 5: 3D απεικόνιση της Μονής*





Εικόνα 6: Κάτοψη της Μονής

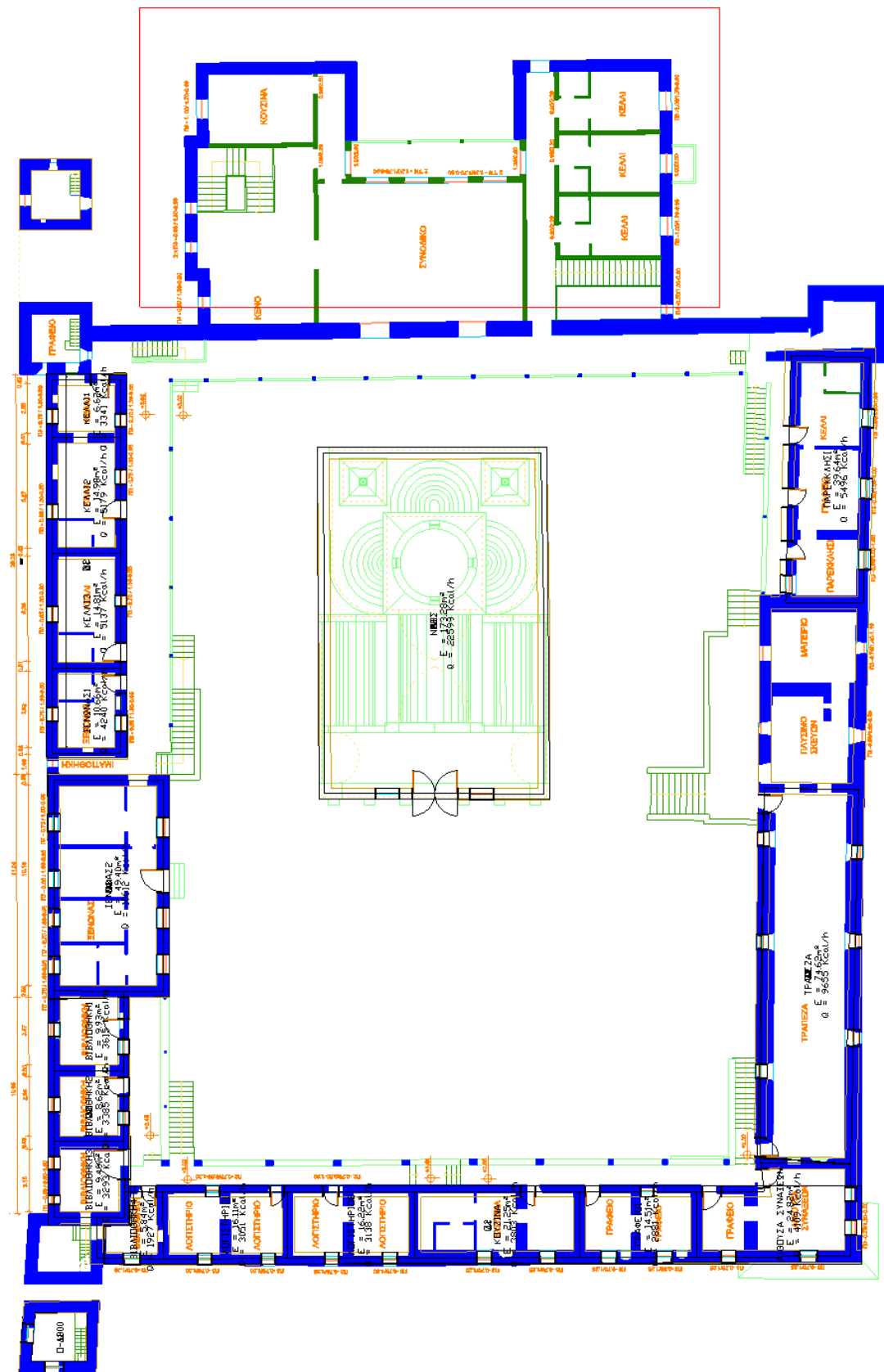
## 7.Οι προτεινόμενες βελτιώσεις

1. Εγκατάσταση καυστήρα βιομάζας, κυρίως για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης και κατά περίπτωση για ζεστό νερό χρήση
2. Εγκατάσταση ηλιοθερμικών πάνελ, για την κάλυψη αναγκών ζεστού νερού χρήσης και επικουρικά στην θέρμανση
3. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, για την κάλυψη αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας

**7.1Εγκατάσταση καυστήρα βιομάζας, κυρίως για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης και κατά περίπτωση για ζεστό νερό χρήσης.**



## Η θέρμανση



Εικόνα 7: Θερμικές Απώλειες/Χώρο



Το συνολικό εμβαδό θέρμανσης ανέρχεται σε 510 m<sup>2</sup>. Θα τοποθετηθούν σώματα εξαναγκασμένης ροής αέρα τα οποία λειτουργούν σε ακόμα και σε θερμοκρασία νερού 50<sup>0</sup> που παρέχουν τα ηλιοθερμικά με τον καυστήρα βιομάζας να μπαίνει σε λειτουργία για την επικουρική υποστήριξη του συστήματος, δίνοντας μεγάλο εύρος σε τυχών αναβάθμιση των αναγκών.

Η ζητούμενη ενέργεια θέρμανσης είναι περίπου 95,461 kcal/h και πρέπει να παραχθεί από ένα λέβητα βιομάζας ο οποίος συνδέονται με μπόιλερ χωρητικότητας 2000lt και επικουρικά θα λειτουργεί τα συστήματα ηλιοθερμικών. Ο λέβητας θα έχει τη δυνατότητα λειτουργίας με όλα τα στερεά καύσιμα ώστε οι μοναχοί να έχουν επιλογές ανάλογα με την διαθεσιμότητα των πρώτων υλών που θα έχουν.

A/A	ΧΩΡΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΟΥ(m <sup>2</sup> )	ΑΠΩΛΕΙΕΣ(Kcal/h)
1	ΚΕΛΛΙ 1	6,62	3341
2	ΚΕΛΛΙ 2	14,98	5179
3	ΚΕΛΛΙ 3	14,81	5137
4	ΞΕΝΩΝΑΣ 1	10,66	4240
5	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 1	9,93	3615
6	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 2	8,62	3385
7	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 3	9,49	3293
8	ΝΑΟΣ	173,28	22599
9	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 4	5,84	1927
10	ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ 1	16,11	3051
11	ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ 2	16,22	3138
12	ΚΟΥΖΙΝΑ	21,25	3803
13	ΓΡΑΦΕΙΟ 1	14,51	2881
14	ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΑΞΕΩΝ	24,82	4109
15	ΞΕΝΩΝΑΣ 2	49,4	10612
16	ΤΡΑΠΕΖΑ	74,62	9655
17	ΠΑΡΕΚΚΛΗΣΗ	39,64	5496
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>510,8</b>	<b>95461</b>

Πίνακας 2: Επιφάνειες Χώρων και Απώλειες

### Σύστημα Βιομάζας

Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ'αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά.,
- τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.,
- τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά.,
- το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ' αυτήν, η



χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.ά.).

### Το λεβητοστάσιο

Η ζητούμενη ενέργεια θέρμανσης είναι 95,461 kcal/h, όπως υπολογίστηκε από το λογισμικό της 4M. Για λόγους ασφαλείας και των απωλειών του δικτύου επιλέγεται ένας λέβητας 120.000 kcal/h. Γενικά επειδή τα βιοκαύσιμα δεν έχουν πάντα σταθερή θερμιδική απόδοση, καλό είναι να γίνετε μια προσαύξηση στην απόδοση του συστήματος. Θα επιλέξουμε έναν χαλύβδινο φλογοαυλωτό λέβητα για καύση στερεών καυσίμων. Καίει διάφορα στερεά σε διάμετρο 5-25 mm με αυτόματη τροφοδοσία: κάρβουνα, ελαιοπυρήνα, pellet, agropellet, κοκούτσια, φλοιούς κτλ. καθώς και ξύλα ή μπρικέτες με χειροκίνητη τροφοδοσία. Διατίθεται και έκδοση BIOMIX με ενσωματωμένο σύστημα ανάδευσης για ροκανίδια και πριονίδια. Επίσης έχει τη δυνατότητα προσαρμογής καυστήρα πετρέλαιο για βοηθητική/εναλλακτική χρήση.



Εικόνα 8: Λέβητας Bioplex HL-B Unit 120.000 kcal-h

Διαθέτει σύστημα τροφοδοσίας με ηλεκτροκινητήρα, σύστημα καύσης με φυσητήρα, ηλεκτρικό πίνακα, σύστημα πυρόσβεσης, σείτ ασφαλείας, δοχείο στάχτης, εργαλεία καθαρισμού. Στο μπροστινό μέρος του λέβητα υπάρχουν τρεις πόρτες για καθαρισμό, συντήρηση, και απομάκρυνση στάχτης.

Άψογη λειτουργία, υψηλή απόδοση, εύκολος καθαρισμός, ελάχιστη συντήρηση.

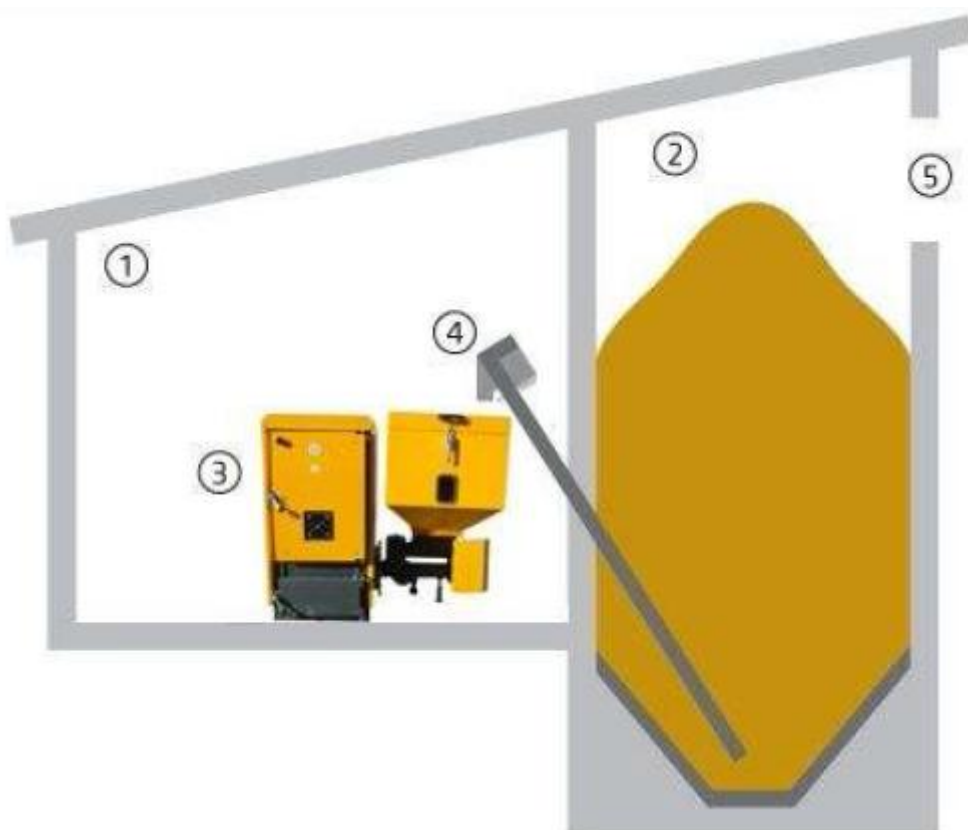
Για επιπλέον ευκολία θα τοποθετηθεί αυτόματος μηχανισμός εξαγωγής στάχτης και μηχανισμός αυτόματης έναυσης για να μειωθούν οι επισκέψεις στο λεβητοστάσιο.

### Σύστημα τροφοδοσίας

Για μεγαλύτερο διάστημα αυτονομίας προτείνεται η παρακάτω διάταξη στο σύστημα τροφοδοσίας.







1. Λεβητοστάσιο
2. Αποθήκη καυσίμου με πυρίμαχη τοιχοποιία
3. Λέβητας βιομάζας
4. Μηχανοκίνητος κοχλίας
5. Άνοιγμα φόρτωσης

Επειδή η κατανάλωση για μια συνεχή λειτουργία συνεφιασμένες μέρες (άρα δεν θα έχουμε απόδοση από τα ηλιοθερμικά) θα είναι περίπου 100 κιλά/ημέρα στην χειρότερη περίπτωση, για να μην επιβαρύνουμε τους χρήστες με καθημερινή επίσκεψη στο λεβητοστάσιο προτείνεται η παραπάνω διάταξη με μια αποθήκη 10 τόνων η οποία θα γεμίζει με ένα φορτηγό μια φορά το χρόνο.

### Παράδειγμα εγκατάστασης λεβητοστασίου Βιομάζας

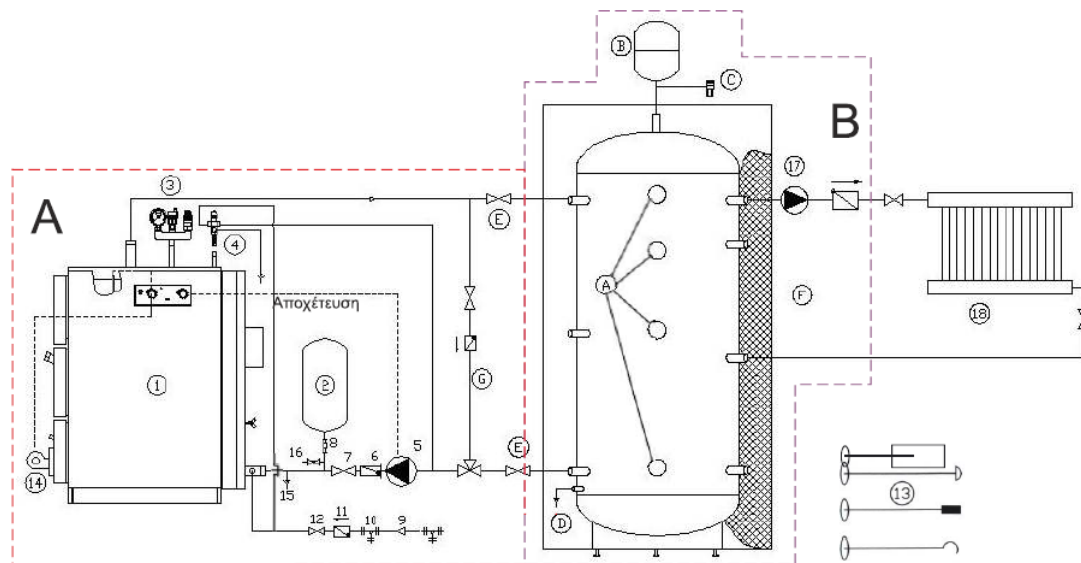


Εικόνες 9: Παράδειγμα από υπάρχουσα εγκατάσταση

Κατασκευή ολοκληρωμένου λεβητοστασίου με κυκλοφορητές, τρίοδη, καμινάδα, καθώς και βοηθητικές κατασκευές περιμετρικά του λέβητα. Θα χρησιμοποιηθεί σύστημα by-pass στον λέβητα με τρίοδη βάννα



ώστε το νερό στον λέβητα να παραμένει σταθερά στους 60 °C με δοχείο αδρανείας, για μεγαλύτερη οικονομία, μείωση στην κατανάλωση καυσίμου. Στο παρακάτω σκαρίφημα φαίνεται η συνδεσμολογία.



Εικόνα 10: Σύστημα σύνδεσης λέβητα με by-pass

#### Α Υπόμνημα

1. Λέβητας
2. Κλειστό δοχείο διαστολής
3. Κιτ ασφαλείας 3 bar (βαλβίδα ασφαλείας, εξαεριστικό, μανόμετρο)
4. Βαλβίδα προστασίας υπερθέρμανσης DBV-1
5. Κυκλοφορητής λέβητα
6. Βαλβίδα αντεπίστροφης
7. Σφαιρική βάνα
8. Σύνδεσμος δοχείου διαστολής
9. Μειωτής πίεσης
10. Φίλτρο άμμου
11. Βαλβίδα αντεπίστροφης
12. Σφαιρική βάνα
13. Εργαλεία καθαρισμού
14. Βεντιλατέρ
15. Κρουνός εκκένωσης
16. Σφαιρική βάνα
17. Κυκλοφορητής θέρμανσης
18. Δίκτυο θέρμανσης

#### Β Υπόμνημα

- A. Θήκες αισθητήριων-θερμομέτρων



- B. Δοχείο διαστολής
- C. Βαλβίδα ασφαλείας
- D. Κρουνός εκκένωσης
- E. Βάνες
- F. Μόνωση
- G. Σύστημα bypass

### Πλεονεκτήματα

- Αυξάνει την απόδοση της ονομαστικής ισχύος του λέβητα κατά 20%
- Μειώνει την κατανάλωση καυσίμου κατά 30%
- Κρατά σταθερά ζεστό το κτήριο χωρίς διακυμάνσεις
- Κρατά σταθερά ζεστή την εστία καύσης του λέβητα
- Δεν επιτρέπει την εμφάνιση του φαινομένου KLINGER (εμφάνιση πίσσας στα τοιχώματα του λέβητα)
- Δεν επιτρέπει συχνές και απότομες διαστολές-συστολές στην εγκατάσταση

## 7.2 Εγκατάσταση ηλιοθερμικών συλλεκτών, για την κάλυψη αναγκών ζεστού νερού χρήσης και επικουρικά στην θέρμανση

### Ηλιοθερμικά

Οι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα η οποία μεταφέρεται σε ένα ρευστό μεταφοράς θερμότητας. Αυτό το ρευστό αντλείται μέσω ενός συστήματος σωλήνων, καταλήγει σε ένα θερμοδοχείο, θερμαίνει το νερό εντός του δοχείου και επιστρέφει κρύο στους συλλέκτες. Έτσι, μπορεί να μεταφέρει κατ' επανάληψη την ηλιακή ακτινοβολούμενη ενέργεια. Όσο υπάρχει διαθέσιμη ωφέλιμη θερμότητα στους συλλέκτες, ο ελεγκτής διατηρεί την αντλία σε λειτουργία. Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο λέβητας χρησιμοποιείται εναλλακτικά για συμπληρωματική θέρμανση. Αναλόγως του συστήματος, το ζεσταμένο νερό διατίθεται ως νερό χρήσης ή για θέρμανση.

### Επιλογή ηλιακών συλλεκτών



Λόγω της περιορισμένης ελεύθερης επιφάνειας στην Μονή θα πρέπει να γίνει επιλογή συλλεκτών οι οποίοι να έχουν υψηλή απόδοση, και να χρειάζονται την ελάχιστη δυνατή επιφάνεια για την



εγκατάσταση τους. Για αυτό τον λόγο θα επιλεχθούν επιλεκτικοί συλλέκτες. Μια σχετικά νέα τεχνολογία που καθημερινά κερδίζει έδαφος. Η εταιρία που επιλέχθηκε είναι η Solar Energy, λόγω της μεγάλης εμπειρίας και αξιοπιστίας της εταιρίας.

### Τεχνολογία

- Επίπεδοι επιλεκτικοί συλλέκτες υψηλής απόδοσης με απορροφητή τύπου μαϊάνδρο..
- Ονομαστική ισχύς 1896 W (με ακτινοβολία 1000 W/m<sup>2</sup>)..
- 100% ρομποτική κατασκευή στην Αυστρία στο μεγαλύτερο και πιο σύγχρονο εργοστάσιο.
- Επιλεκτικός απορροφητής τύπου μαϊάνδρος.
- Σχεδιασμός για χρήση ακόμα και σε συνθήκες κεντρικής και βόρειας Ευρώπης.
- Εύκολη εξαέρωση και πολύ καλή συμπεριφορά στην υπερθέρμανση.
- Εξαιρετικό αισθητικό αποτέλεσμα.
- Σύνδεση μέχρι 10 κάθετων και 8 οριζόντιων συλλεκτών ακόμα και με σύνδεση στην ίδια μεριά.

### Δυνατότητες

- Χρήση σε συστήματα υψηλής απόδοσης και για υψηλές θερμοκρασίες όπως ηλιακή θέρμανση, ηλιακή ψύξη, βιομηχανικές εφαρμογές, και άλλα.
- Υψηλή απόδοση ακόμα και σε συνθήκες μειωμένης ηλιοφάνειας.
- Εφαρμογές όπου υπάρχει περιορισμένος χώρος ή σε ακατάλληλη κλίση για τους κοινούς συλλέκτες.



Τεχνικά Στοιχεία	Alpin RM 2500V	Alpin RK 2300V
<b>Διαστάσεις</b>		
Μήκος:	2148 mm	2000 mm
Πλάτος:	1168 mm	1170 mm
Πάχος:	83 mm	83 mm
Συνολική επιφάνεια:	2,51 m <sup>2</sup>	2,34 m <sup>2</sup>
Επιφ. παραθύρου:	2,33 m <sup>2</sup>	2,23 m <sup>2</sup>
Βάρος:	42 kg	40 kg
<b>Απορροφητής</b>		
Επιφάνεια:	2,33 m <sup>2</sup>	2,14 m <sup>2</sup>
Υλικό:	Αλουμίνιο 0,40 mm	Αλουμίνιο 0,40 mm
Επίστρωση:	EtaPlus 94% / 5%	EtaPlus 94% / 5%
<b>Τζάμι</b>		
Τύπος:	3,2 mm Solar Low Iron	3,2 mm Solar Low Iron
Επιφάνεια:	Clear Anti-Reflex	Anti-Reflex
Διαπερατότητα:	92,0%	90,8%
<b>Μόνωση</b>		
Τύπος:	Πετροβάμβακας	Πετροβάμβακας
Πάχος πλάτης:	40 mm	40 mm
Πάχος πλάι:	-	-
<b>Πλαίσιο</b>		
Τύπος:	Ανοδευμένο αλουμίνιο	Ανοδευμένο αλουμίνιο
Πλάτη:	Αλουμίνιο	Αλουμίνιο
<b>Συνδέσεις</b>		
Τύπος:	4 / Πάνω - Κάτω	2 / Πάνω
Μέγεθος:	Ταχυσύνδεσμος	1" Α/Θ με ρακόρ
<b>Επιδόσεις *</b>	(σε σχέση με την επιφάνεια παραθύρου)	(σε σχέση με την επιφάνεια παραθύρου)
Μέγιστη απόδοση, η0	0,808	0,769
Συντελεστής, η1	3,279 W/m <sup>2</sup> K	3,847 W/m <sup>2</sup> K
Συντελεστής, η2	0,017 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>	0,0103 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>
Θερμ. στασιμότητας	203°C	234°C
<b>Γωνία τοποθέτησης</b>	15 – 90 °	15 – 75 °

Πίνακας 3: Τεχνικά χαρακτηριστικά συλλεκτών

### Παροχή ζεστού νερού

Η κατανάλωση του νερού και ειδικότερα του ζεστού νερού χρήσης είναι συνυφασμένη με την ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου στις κοινωνίες των ανθρώπων. Ο μέσος όρος κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης ανά άτομο σήμερα κυμαίνεται από 30 έως 60 λίτρα ανά την ημέρα. Στο μοναστήρι αναμένεται να φιλοξενηθούν περίπου 20 μοναχοί και λαμβάνοντας υπόψη τις λιτές συνθήκες διαβίωσης με τις περιορισμένες ανέσεις υπολογίζουμε την ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού σε 20\*30=600l. Επειδή όμως το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί και για υποβοήθηση της θέρμανσης το μέγεθος του δοχείου αδρανείας θα είναι 2000lt.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό και υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης θα χρησιμοποιήσουμε 8 επιλεκτικούς συλλέκτες οι οποίοι συνολικά καταλαμβάνουν 20,8m<sup>2</sup> στο σημείο





όπως φαίνεται και στην κάτοψη με νότιο προσανατολισμό και κλίση  $45^{\circ}$ . Ο συλλέκτης θα πρέπει να έχει μια κλίση που ανάλογα με την περιοχή, η προσπίπτουσα ακτινοβολία να είναι όσο το δυνατόν πιο κάθετη. Κατά προσέγγιση η βέλτιστη κλίση του συλλέκτη ισούται με το γεωγραφικό πλάτος αυξημένη κατά  $10^{\circ}$  με  $15^{\circ}$  (αυτό γίνεται για να υπάρχει μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος κατά τους χειμερινούς μήνες). Αν και όπως αναφέραμε πριν οι συλλέκτες δεν επηρεάζονται τόσο όσο οι κοινοί συλλέκτες από την θέση τους. Η τοποθέτηση τους είναι σε σημείο στο οποίο δεν επηρεάζει την αισθητική του κτηρίου, με μηδενική σκίαση και μετά από συνεννόηση με τους μοναχούς.



Εικόνα 11: Θέση ηλιοθερμικού Συστήματος





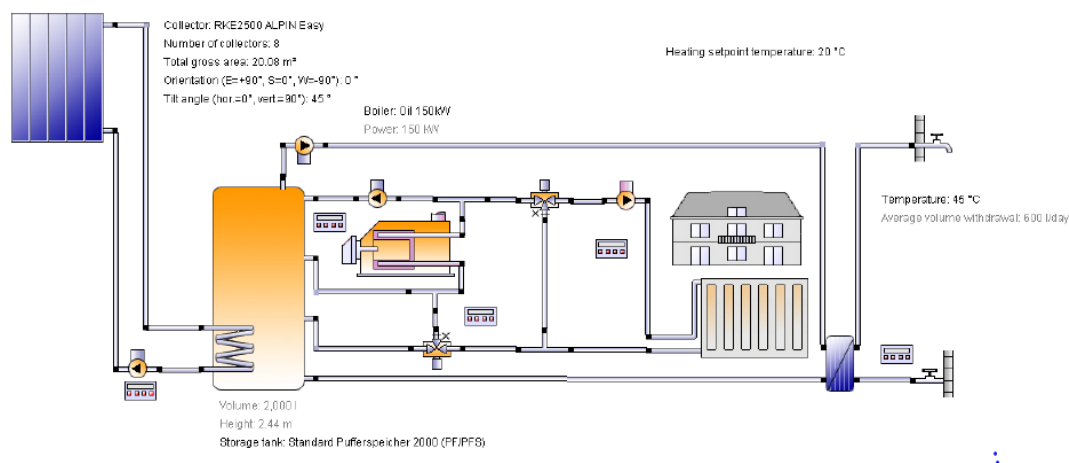
Εικόνα 12: Θέση δοχείου αδρανείας στο λεβητοστάσιο

### Το ηλιοθερμικό σύστημα

Το συγκεκριμένο σύστημα προορίζεται για την υποβοήθηση της θέρμανσης και παραγωγή ζεστού νερού για το κτήριο. Λόγω της χρήσης συλλεκτών υψηλής απόδοσης που συνεργάζονται αποδοτικά



και με συμβατικά καλοριφέρ και ακόμα καλύτερα με σώματα βεβιασμένης ροής αέρα(fan coil). Είναι ο αποδοτικός τρόπος για να αξιοποιήσουμε την ηλιακή ενέργεια όλο τον χρόνο.



Εικόνα 13: Ένα οικιακό σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης με ηλιοθερμικό σύστημα

### Πλεονεκτήματα

- Υγιεινό «φρέσκο» ζεστό νερό και οικονομική θέρμανση.
- Μείωση της συνολικής εξάρτησης στα ορυκτά καύσιμα και την ηλεκτρική ενέργεια.
- Συνδυάζεται με άλλες πηγές ενέργειας στην συγκεκριμένη περίπτωση με λέβητα βιομάζας
- Θερμοστατικά ρυθμιζόμενο ζεστό νερό για μέγιστη οικονομία και ασφάλεια από εγκαύματα.
- Αναβάθμιση της ενεργειακής κατηγορίας του κτηρίου.
- Ευρωπαϊκά υλικά υψηλής ποιότητας και ολοκληρωμένος σχεδιασμός συστήματος.

### Το σύστημα περιλαμβάνει

- Επιλεκτικούς συλλέκτες υψηλής απόδοσης.
- Ανοξείδωτες ντίζες στήριξης για τους συλλέκτες για ταράτσα (AKO.20012).
- Σετ σύνδεσης για συλλέκτες.
- Αντλιοστάσιο ηλιακού κυκλώματος 2πλής γραμμής Meibes Solarstation S (Γερμανία) με εξαεριστικό, με αντλία Solar, με βαλβίδα ασφαλείας, ροόμετρο, θερμομέτρα εισόδου & εξόδου, πιεσόμετρο, διαχωριστή αέρα, βαλβίδες πλήρωσης & εκκένωσης, και μονωτικό περίβλημα.
- Σετ σύνδεσης δοχείου διαστολής με ταχυσύνδεσμο.
- Δοχείο διαστολής Solar για το ηλιακό κύκλωμα.
- Ψηφιακός ελεγκτής Prozeda Primos 250 με ηλεκτρονικό έλεγχο της ταχύτητας του κυκλοφορητή για μέγιστη απόδοση του συστήματος.
- Δοχείο αδρανείας Theros DA με εναλλάκτη ηλιακών, μόνωση μαλακής πολυουρεθάνης 10 cm, και ηλεκτρική αντίσταση 4,0 kW με θερμοστάτη.
- Παραγωγός φρέσκου ζεστού νερού Meibes LogoFresh Kompakt (Γερμανία) με θερμοστατική ρύθμιση.
- Αντιψυκτικό υγρό Tyfo LS (Γερμανία) για ηλιακά κυκλώματα με συλλέκτες κενού και προστασία ως τους -28°C.



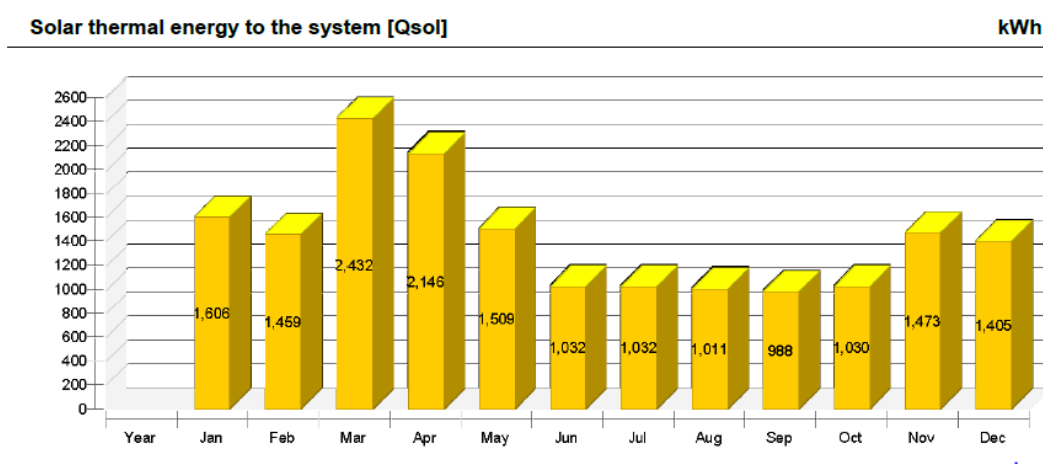
- Σωλήνωση ηλιακού κυκλώματος από ανοξείδωτο σπирάλ με μόνωση Solar HT-UV υψηλών θερμοκρασιών πάχους 13 ή 19 mm με προστασία UV και όλους τους απαραίτητους συνδέσμους τύπου Meibes FixLock για το ηλιακό κύκλωμα (τυπική εγκατάσταση).
- Αυτόματη 3όδη θερμοστατική βαλβίδα Meibes (Γερμανία) 100 lt/min για περιοχές με σκληρό νερό για την επιπλέον προστασία του LogoFresh από επικαθίσεις αλάτων.

Η πλήρης λίστα των υλικών βρίσκεται στο παράρτημα.

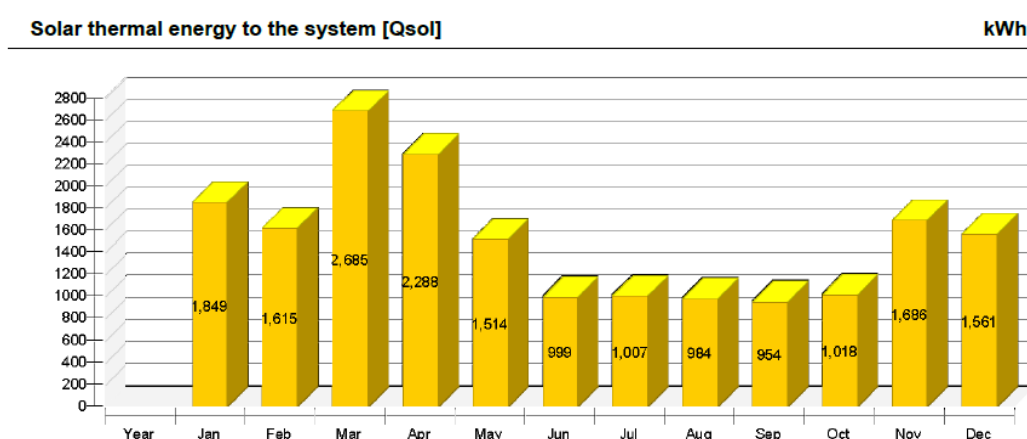
### Ενεργειακή σύγκριση επιλεκτικών συλλεκτών και συλλεκτών κενού

Για την ενεργειακή σύγκριση των δυο αυτών τεχνολογιών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα polysun. Οι δυο εξομοιώσεις έγιναν για τις ανάγκες του συγκεκριμένου προβλήματος. Με κοινό στοιχείο την ελεύθερη συλλεκτική επιφάνεια όπου έχουμε στην Μονή, και τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης. Οι συλλέκτες που συγκρίθηκαν είναι οι δυο ναυαρχίδες στον τομέα τους, οι Akotec VRK 3000 DF στους συλλέκτες κενού και οι ALPIN RKE2500 στους επιλεκτικούς.

Η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρουν οι συλλέκτες κενού στην Μονή είναι 80.090 kWh ενώ αντίστοιχα οι επιλεκτικοί συλλέκτες 85.515 kWh.



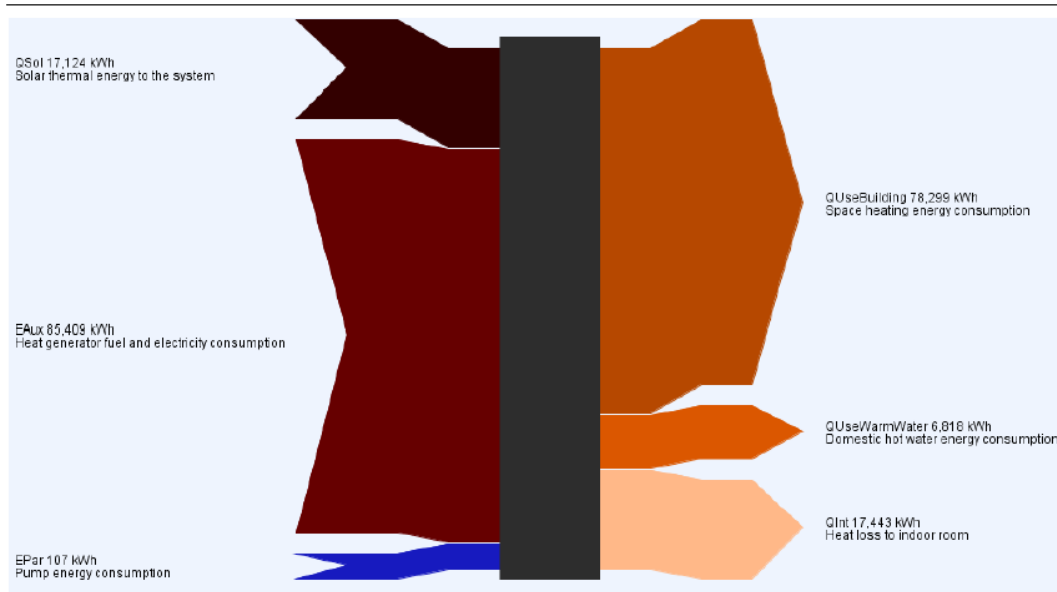
Σχήμα 2: Μηνιαία παραγωγή ενέργειας από τους επιλεκτικούς συλλέκτες



Σχήμα 3: Μηνιαία παραγωγή ενέργειας από τους συλλέκτες κενού

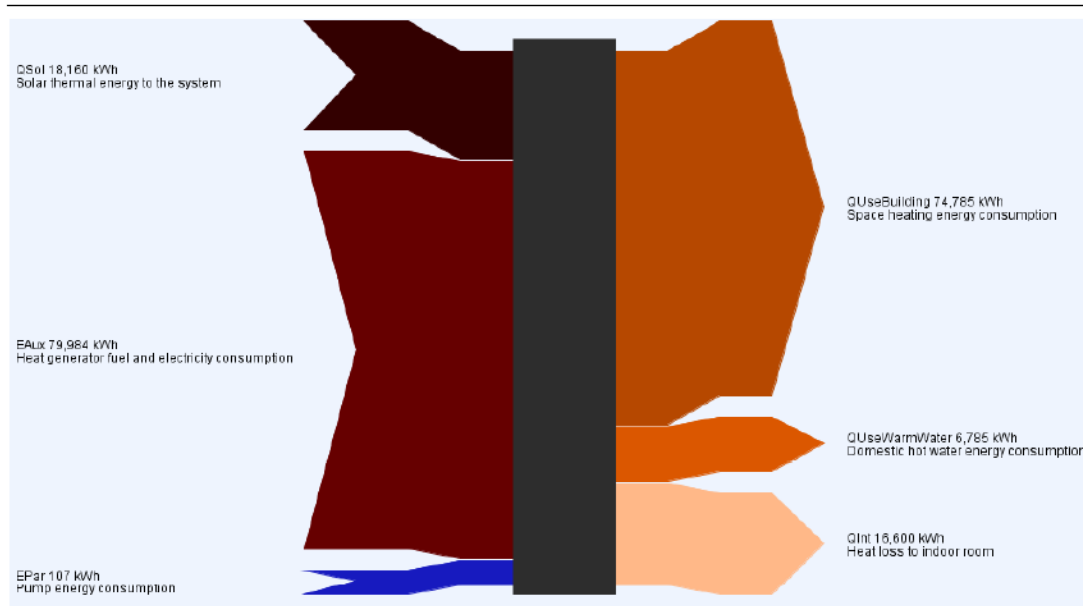


**Energy flow diagram (annual balance)**



*Σχήμα 4: Διάγραμμα ροής της ενέργειας για τους επιλεκτικούς συλλέκτες*

**Energy flow diagram (annual balance)**



*Σχήμα 5: Διάγραμμα ροής της ενέργειας για τους συλλέκτες κενού*

Στο παράρτημα βρίσκονται αναλυτικά οι δυο αναφορές για τα δυο συστήματα. Και λόγω του χαμηλότερου κόστους των επιδεκτικών συλλεκτών, επιλέγονται αυτοί για την εφαρμογή μας.





### 7.3 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, για την κάλυψη αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας

#### Φωτοβολταϊκά

Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται το μοναστήρι υπολογίστηκε σύμφωνα με της ανάγκες φωτισμού του κάθε χώρου του, των ψυγείων διατήρησης τροφίμων και των διάφορων κυκλοφορητών που να μπουν στο σύστημα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης και διαφόρων μικροσυσκευών που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητα τους οι μοναχοί. Η κουζίνα θα είναι υγραερίου άρα δεν επιβαρύνει επιπλέον το σύστημα.

	ΦΩΤΙΣΜΟΣ			
	Λαμπτήρες led		Λάμπες πυρακτώσεως	
	Ισχύς/χώρο		Ισχύς/χώρο	
ΚΕΛΛΙ 1	13	w	104	w
ΚΕΛΛΙ 2	13	w	104	w
ΚΕΛΛΙ 3	13	w	104	w
ΞΕΝΩΝΑΣ 1	21	w	168	w
ΙΜΑΤΟΑΠΟΘΗΚΗ	8	w	64	w
ΞΕΝΩΝΑΣ 2	60	w	480	w
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 1	26	w	208	w
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 2	18	w	144	w
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 3	18	w	144	w
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 4	18	w	144	w
ΛΟΠΙΣΤΗΡΙΟ 1	13	w	104	w
ΛΟΠΙΣΤΗΡΙΟ 2	13	w	104	w
ΛΟΠΙΣΤΗΡΙΟ 3	13	w	104	w
ΛΟΠΙΣΤΗΡΙΟ 4	13	w	104	w
ΚΟΥΖΙΝΑ	24	w	192	w
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	13	w	104	w
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	13	w	104	w
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	13	w	104	w
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	13	w	104	w
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΑΞΕΩΝ	16	w	128	w
ΤΡΑΠΕΖΑ	48	w	384	w
ΠΛΥΣΙΜΩ ΣΚΕΥΩΝ	8	w	64	w
ΜΑΓΕΙΡΙΟ	8	w	64	w
ΠΑΡΕΚΛΗΣΙ	8	w	64	w
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	13	w	104	w
ΚΕΛΛΙ 4	21	w	168	w
ΚΕΛΛΙ 5	21	w	168	w
ΚΕΛΛΙ 6	21	w	168	w
ΚΕΛΛΙ 7	21	w	168	w
ΣΥΝΟΔΙΚΟ	24	w	192	w
ΑΠΟΘΗΚΗ	8	w	64	w
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	13	w	104	w
ΝΑΟΣ	344	w	2752	w
ΣΥΝΟΛΟ	910	w	7280	w
ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ 5 ΩΡΕΣ	4550	wh	36400	wh

Πίνακας 3: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον φωτισμό με τις υπάρχουσες λάμπες πυρακτώσεως και με τις λάμπες led της πρότασης





Οι καταναλώσεις των υπόλοιπων συσκευών είναι:

			ΣΥΣΚΕΥΕΣ	
	ΕΙΔΟΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ(w)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ(wh)
ΚΕΛΛΙ 1	φορτηστής	2	10	20
ΚΕΛΛΙ 2	φορτηστής	2	10	20
ΚΕΛΛΙ 3	φορτηστής	2	10	20
ΞΕΝΩΝΑΣ 1	φορτηστής	2	10	20
ΙΜΑΤΟΑΠΟΘΗΚΗ	πληντύριο	2	100	200
ΞΕΝΩΝΑΣ 2	φορτηστής	2	10	20
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 1	φορτηστής	2	10	20
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 2	φορτηστής	2	10	20
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 3	φορτηστής	2	10	20
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ 4	φορτηστής	2	10	20
ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ 1	φορτηστής	2	10	20
ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ 2	φορτηστής	2	10	20
ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ 3	φορτηστής	2	10	20
ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ 4	φορτηστής	2	10	20
ΚΟΥΖΙΝΑ	αποροφητήρας	3	60	180
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	φορτηστής	2	10	20
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	φορτηστής	2	10	20
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	φορτηστής	2	10	20
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	φορτηστής	2	10	20
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΑΞΕΩΝ	τηλεόραση	5	60	300
ΤΡΑΠΕΖΑ	ραδιόφωνο	4	68	272
ΠΛΥΣΙΜΩ ΣΚΕΥΩΝ	-			0
ΜΑΓΕΙΡΙΟ	ψυγείο	12	200	2400
ΠΑΡΕΚΛΗΣΙ	-			0
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	φορτηστής	2	10	20
ΚΕΛΛΙ 4	φορτηστής	2	10	20
ΚΕΛΛΙ 5	φορτηστής	2	10	20
ΚΕΛΛΙ 6	φορτηστής	2	10	20
ΚΕΛΛΙ 7	φορτηστής	2	10	20
ΣΥΝΟΔΙΚΟ	-			0
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	κυκλοφορητές	5	200	1000
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	φορτηστής	2	10	20
ΝΑΟΣ	μικροφωνική	5	500	2500
ΣΥΝΟΛΟ			1418	7312
ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ(kWh)				7,312

Πίνακας 4: Καταναλώσεις συσκευών

### Περιγραφές Εναλλακτικών Λύσεων

Η αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων πραγματοποιήθηκε στην προσπάθεια αξιολόγησης για εναλλακτικές ενεργοπαραγωγές τεχνολογίες και εναλλακτικής τοποθέτησης των πλαισίων στον χώρο.

### Εναλλακτικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Τα Φ/Β αποτελούν τη μοναδική τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία είναι εξίσου βιώσιμη ανεξαρτήτου κλίμακας παραγωγής. Το μέσο κόστος ανά εγκατεστημένο kW είναι περίπου το ίδιο για μια μονάδα ισχύος 15kW με αυτό μιας μονάδας 2MW. Τα συνοδά έργα και το κόστος της γης



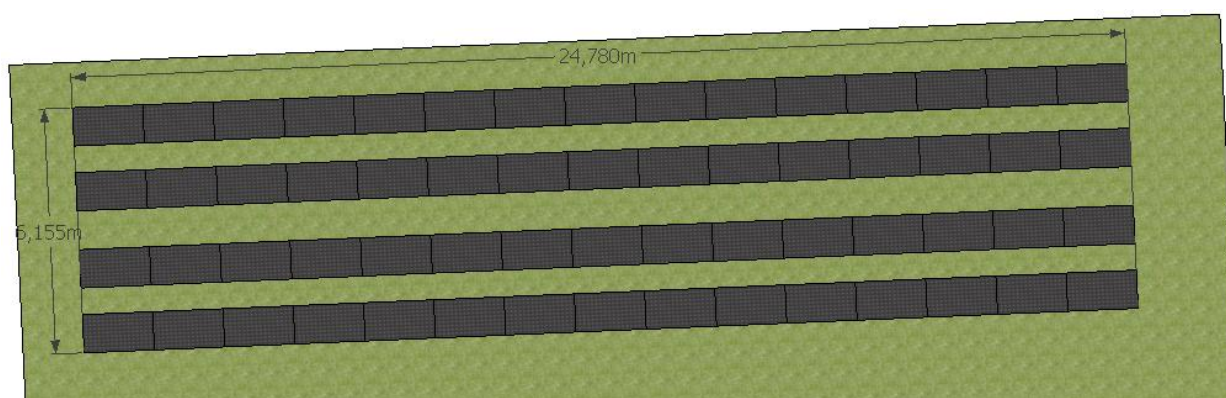
σε μεγάλες εφαρμογές εξασφαλίζουν μια οικονομία κλίμακος, η οποία όμως αντισταθμίζεται από το μειωμένη τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (feed-in-tariff) των έργων μεγάλης ισχύος.

Συνεπώς, για ένα μικρομεσαίο επενδυτή, όπως ο φορέας υλοποίησης του προτεινόμενου σταθμού, τα Φ/Β είναι η μόνη επένδυση που μπορεί να υποστηρίξει. Οι υπόλοιπες ενεργοπαραγωγές τεχνολογίες, όπως οι ακόλουθες απαιτούν ίδια κεφάλαια της τάξης των δεκάδων (ή εκατοντάδων) εκατομμυρίων €.

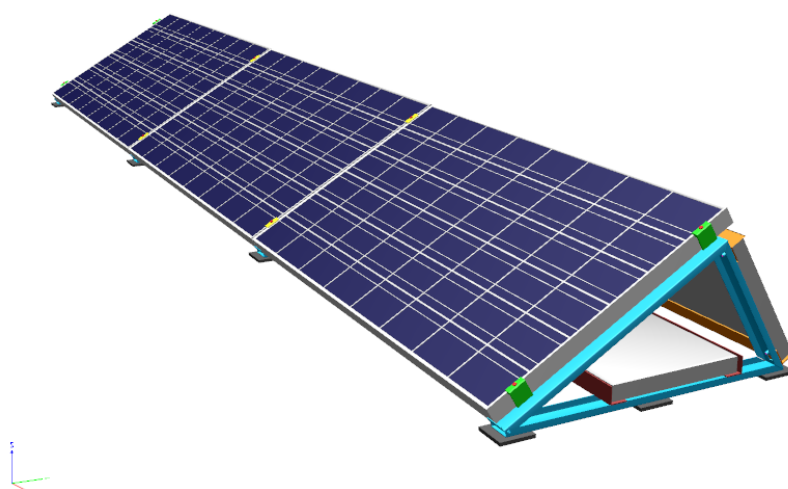
- Συμβατική ηλεκτροπαραγωγή (ατμοστρόβιλοι, μηχανές diesel, αεροστρόβιλοι)
- Ηλεκτροπαραγωγή με καύση βιομάζας
- Ηλιοθερμικές μονάδες
- Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
- Υβριδικοί σταθμοί (αντλησιοταμίευση κ.ά.)

### Εναλλακτική τοποθέτηση-χωροθέτηση των πλαισίων

Τα Φ/Β πλαίσια έχουν επιλεχθεί να τοποθετηθούν όλα μαζί σε μια ενιαία κατασκευή-μια βάση στήριξης. Αυτό έγινε για να μειωθεί καταρχάς το κόστος κατασκευής και κατά δεύτερον και πιο σημαντικά, με γνώμονα την ελάχιστη χρήση γης και την ελάχιστη οπτική επιφάνεια. Υπάρχει και δυνατότητα να τοποθετηθούν κατά ένα σε σειρές στο έδαφος όπως φαίνεται και παρακάτω. Αλλά ο χώρος που χρειαστούν θα είναι ο υπέρ διπλάσιος, κάτι που πρέπει να το αποφύγουμε για να ενταχθούν πιο ομαλά στο φυσικό περιβάλλον.

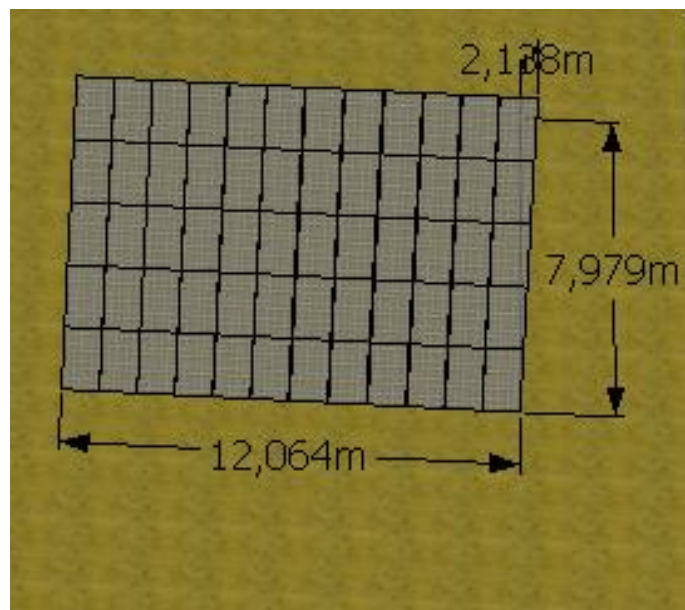


Εικόνα 14: Εναλλακτική τοποθέτηση πλαισίων με βάσεις σειρές στο έδαφος.



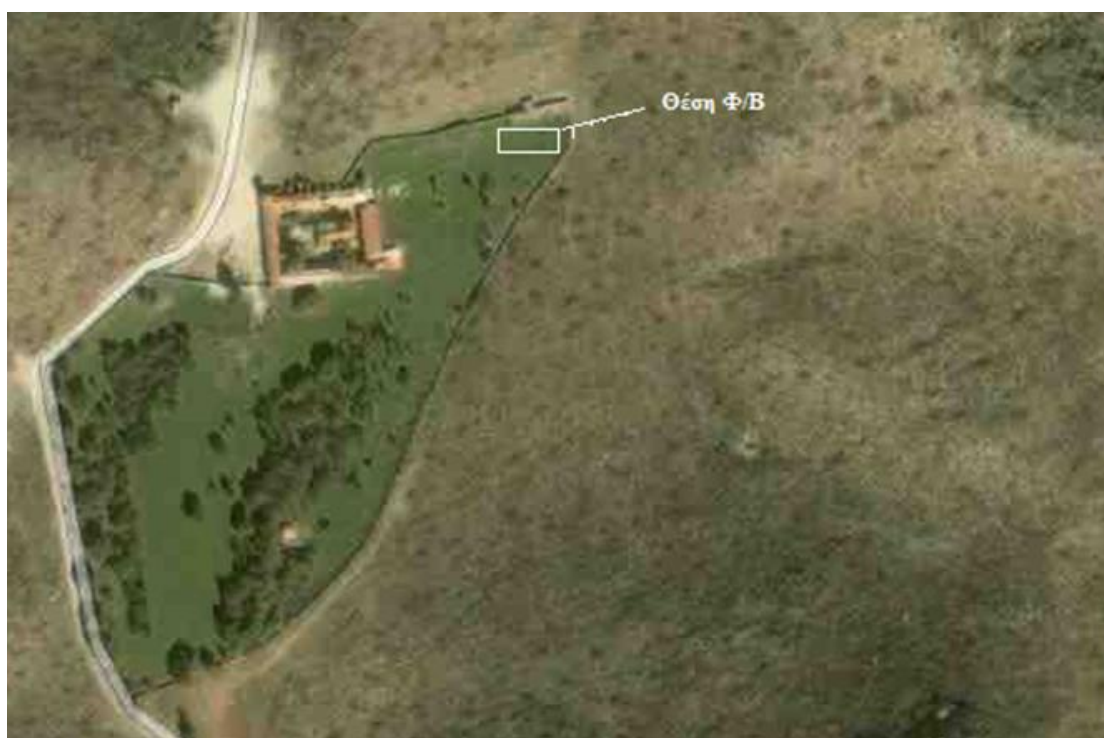
Εικόνα 15: Η βάση για την δεύτερη εναλλακτική





Εικόνα 16: Η τελική τοποθέτηση πλαισίων με βάση Solar Giant.

#### Γεωγραφική θέση έργου



Το υπό μελέτη έργο πρόκειται να εγκατασταθεί δυτικά του μοναστηριού, το έργο κάθε αυτό θα καλύπτει περίπου 100 τ.μ. Και ο προσδιορισμός της θέσης του θα γίνει με γνώμονα την ομαλή ένταξη του στο φυσικό περιβάλλον.

Η προτεινόμενη δραστηριότητα στον υπό μελέτη χώρο είναι μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνολικής ισχύος 14,7 kWp . Τα φωτοβολταϊκά θα διοχετεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο μοναστήρι κατά την διάρκεια της μέρας.



Τα Φ/Π πάνελ θα είναι αποκλειστικά επίπεδου τύπου, όχι συγκεντρωτικού τύπου και χωρίς την χρήση ανακλαστήρων, καθρεπτών κλπ. Η διάταξη περιλαμβάνει το «γυαλί με φωτοβολταϊκό στοιχείο/ οπίσθια πλευρά» περιβάλλεται από ένα μεταλλικό πλαίσιο κατασκευασμένο από ανοδιωμένο αλουμίνιο.

Λόγω ότι η τεχνολογία στον συγκεκριμένο τομέα έχει αναπτυχθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια υπάρχουν πάρα πολλές επιλογές για τον τύπο των πάνελ. Περιορίσαμε την έρευνα μας στις εταιρίες με μεγαλύτερη εμπειρία σε αυτήν την τεχνολογία και καταλήξαμε στο Sharp NU E245.

Η ονομαστική ισχύς της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θα ανέρχεται στα 14,7kWp. Η ισχύς αυτή θα προέρχεται από **60 μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ**, ονομαστικής ισχύος **245 Wp** έκαστο με νότιο προσανατολισμό και κλίση 28°.

**Η επιλογή του τρόπου στήριξης των πάνελ έγινε με γνώμονα την αρμονική ένταξη τους στον χώρο.**

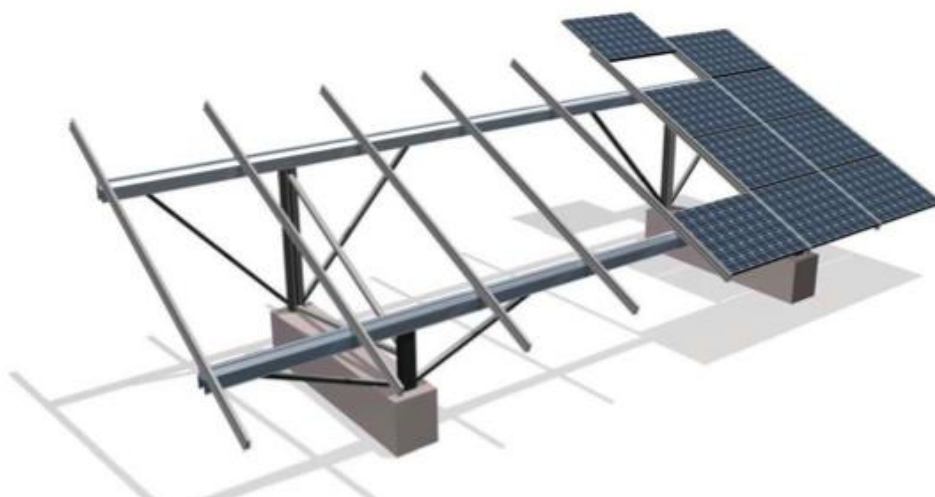
#### Φέρουσα υποδομή Φ/Β γεννητριών

Τα Φ/Β πάνελ θα τοποθετηθούν σε βάση στήριξης που δέχονται ομάδες(συστοιχίες) πάνελ των 60 πάνελ ως εξής:

- 1 x Solar Giant- 5 σειρές των 12 πάνελ. Το Solar Giant θα έχει 14700 KWp εγκατεστημένη ισχύ. Συνολικά θα τοποθετηθούν 60 πάνελ.

Τα συστήματα στήριξης Solar Giant είναι κατασκευασμένα από κατάλληλο ανοδιωμένο αλουμίνιο βαρέως τύπου για την καλύτερη αντιδιαβρωτική προστασία της κατασκευής. Η μελέτη αντοχής της κατασκευής στήριξης έχει λάβει υπόψη ταχύτητα ανέμου τουλάχιστον 28 m/s από οποιαδήποτε διεύθυνση.

Οι βάσεις θα στηριχτούν επί του εδάφους μέσω ανεξάρτητων βάσεων στήριξης οι οποίες θα είναι κατασκευασμένες από ενισχυμένο σκυρόδεμα. Οι ενδεικτικές διαστάσεις τους θα είναι 3 x 0,5 x 0,5 m (ΜxΠxΥ).



Εικόνα 17: Σταθερή βάση στήριξης τύπου Solar Giant

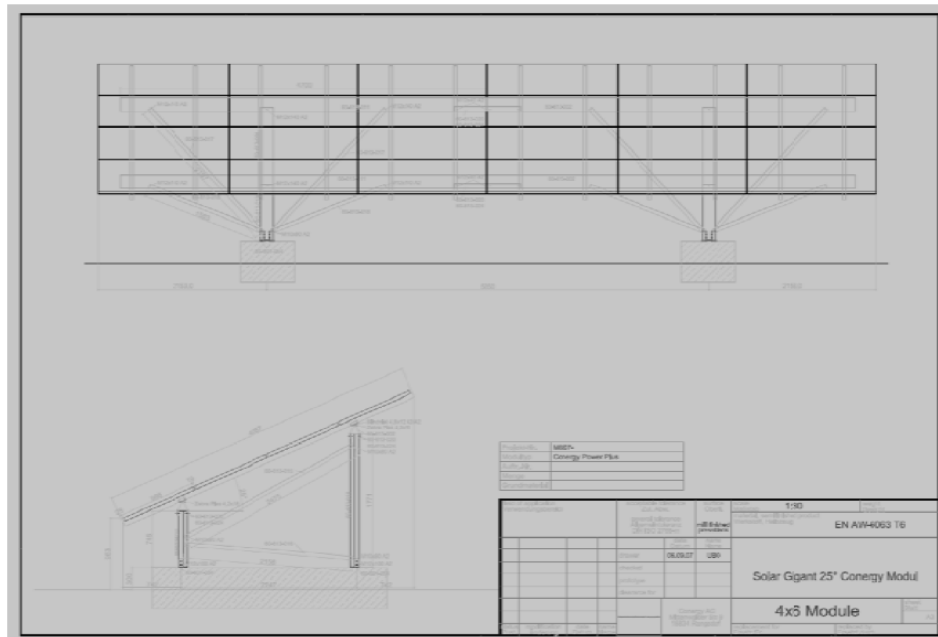
Τα μεταλλικά στοιχεία που αποτελούν τις εν λόγω βάσεις είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα και ανοδιωμένο αλουμίνιο, και σύμφωνα με την εγγύηση του κατασκευαστή δεν σκουριάζουν και έχουν μεγάλη αντοχή στο χρόνο. Επίσης, τα υλικά του είναι απολύτως ανακυκλώσιμα, κάτι το οποίο θα συμβεί κατά το τέλος του κύκλου ζωής της επένδυσης.

Όλα τα επιμέρους τεμάχια τα οποία αποτελούν τις βάσεις θα μεταφερθούν προσυναρμολογημένα εντός του γηπέδου όπου στην συνέχεια θα τοποθετηθούν με την βοήθεια γερανών, αν αυτό κριθεί απαραίτητο. Έτσι εξασφαλίζεται γρήγορη και απρόσκοπτη υλοποίηση.



Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη βάση εμφανίζει αυξημένες αντοχές στον αέρα, καθώς ο κατασκευαστής εγγυάται για μέγιστα φορτία 28 m/s, που ισοδυναμούν με 10 στην κλίμακα Beaufort.

Οι ενδεικτικές διαστάσεις των συστημάτων στήριξης φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 18: Ενδεικτικές Διαστάσεις Βάσης

Ο υπολογισμός για την συγκεκριμένη εγκατάσταση έδειξε ότι η βέλτιστη απόδοση επιτυγχάνεται με νότιο προσανατολισμό και κλίση 28° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

### Αντιστροφέας

Για το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί ένας τριφασικός inverter τύπου SMA Tripower 15000TL.



Εικόνα 19: Inverter Συστήματος





Αναγκαία καθίσταται η μετατροπή του συνεχούς ρεύματος που παράγουν τα Φ/Β πλαίσια, σε εναλλασσόμενο κατάλληλης τάσης 12000VA και συχνότητας 50hz ώστε να γίνει η διασύνδεση με το δίκτυο του μοναστηριού.

Στο συγκεκριμένο σύστημα θα χρησιμοποιηθεί 1 αντιστροφέας(inverter) Sunny Tripower 15000 TL της SMA, ονομαστικής ισχύος εισόδου (DC) 15340 W και εξόδου ( AC) 15 kVA έκαστος, με μονοφασική ημιτονική έξοδο 230V /50 Hz .

Οι αντιστροφείς λειτουργούν με διαμόρφωση εύρους παλμών και τα διακοπτικά στοιχεία είναι τεχνολογίας IGBT. Δέχονται τάση στην είσοδο 360-800 V, εύρος εντός του οποίου υπάρχει η δυνατότητα ανίχνευσης του βέλτιστου σημείου λειτουργίας ( MPP tracking). Στην έξοδο του αναστροφέα υπάρχει φίλτρο αρμονικών, το οποίο ελαχιστοποιεί την αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος εξόδου, σε ποσοστό μικρότερο του 3%. Ο βαθμός απόδοσης του αντιστροφέα είναι 97,7-98,1% ανάλογα με το επίπεδο φόρτισης του. Η μέση απόδοση κατά Euro-eta φτάνει το 98,1% , επίπεδο απόδοσης υψηλότερο από όλους τους αντιστροφείς του εμπορίου. Παράλληλα ο αντιστροφέας διαθέτει εσωτερικό σύστημα προστασίας έναντι υπερφορτίσεων και σφάλματα. Επίσης ελέγχεται και καταγράφεται μια σειρά παραμέτρων όπως η τάση και το ρεύμα εισόδου και εξόδου, καθώς και η αντίστοιχη ισχύς του. Επίσης καταγράφεται η ημερήσια και η συνολικά παραχθείσα ενέργεια μέσω του προαιρετικού υλικού Sunny Central Control.

Ο τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower ενδείκνυται για τη διαστασιολόγηση με κάθε τύπο φωτοβολταϊκού πλαισίου χάρη στη νέα τεχνολογία Optiflex με δύο εισόδους ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος MPP και με μεγάλο εύρος τιμών τάσης εισόδου. Επιπλέον εξασφαλίζει μέγιστη ευελιξία στο σχεδιασμό της εγκατάστασης – έως και εγκαταστάσεις κλίμακας Megawatt. Ο Sunny Tripower πληροί όλες τις απαιτήσεις για την παροχή άεργου ισχύος, τη διαχείριση τροφοδοσίας και την υποστήριξη δικτύου συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο αξιόπιστα στη διαχείριση του δικτύου. Το ολοκληρωμένο σύστημα ασφάλειας Optiprotect με εντοπισμό βλάβης στοιχειοσειρών, ηλεκτρονική ασφάλεια των στοιχειοσειρών και ενσωματωμένο απαγωγό υπέρτασης DC Τύπου II, εξασφαλίζουν την υψηλή διαθεσιμότητα του μετατροπέα.

- Μέγιστος βαθμός απόδοσης από 98,1 %
- Βέλτιστος μηχανισμός ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος χάρη στο OptiTrac Global Peak
- Ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών και εντοπισμός βλάβης στοιχειοσειρών
- Δυνατότητα ενσωμάτωσης απαγωγού υπέρτασης DC (Τύπος II)
- Επιτήρηση ρεύματος Στοιχειοσειρών
- Τάση εισόδου DC έως 1.000 V
- Ενσωματωμένες λειτουργίες διαχείρισης δικτύου
- Απόλυτα ακριβής σχεδιασμός εγκατάστασης χάρη στο Optiflex
- Τριφασική τροφοδοσία



Επιτήρηση συστήματος

Μετατροπέας: 1 x STP 1500TL-10

Φ/Β δομολ.:

A: (Φ/Β γεννήτρια 1)

B: (Φ/Β γεννήτρια 1)

Sharp

Sharp

NU-U240F1

NU-U240F1

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 20 °

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 20 °

Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Μέγιστη ισχύς:

14,64 kWp

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:

61

Αριθμός μετατροπέων:

1

Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):

15,34 kW

Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):

15,00 kW

Τάση δικτύου (δηλ. τάση στο σημείο τροφοδοσίας):

230 V

Λόγος ονομ. ισχύος:

105,0 %

Συντελεστής μετατόπισης cos φ:

1

Φ/Β γεννήτρια:

Είσοδος A:

Είσοδος B:

Φ/Β γεννήτρια 1

Φ/Β γεννήτρια 1

Αριθμός στοιχειοσειρών:

2

1

Αρ. φ/β μονάδων (είσοδος):

23

15

Μέγιστη ισχύς (είσοδος):

11,04 kWp

3,60 kWp

Ελάχ. φ/β τάση:

557 V

363 V

Χαρακτηριστική φ/β τάση:

617 V

402 V

Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):

150 V

150 V

Μέγ. φ/β τάση:

966 V

630 V

Μέγ. τάση DC (φωτοβολταϊκό (Φ/Β)):

1000 V

1000 V

Μέγ. ρεύμα φ/β γεννήτρ.:

16,0 A

8,0 A

Μέγ. ρεύμα DC:

33,0 A

11,0 A

Μέγ. φωτοβολταϊκό ρεύμα βραχυκύκλωσης:

17,3 A

8,6 A

Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης:

33,0 A

11,0 A

I

I<sub>max</sub>

V<sub>DC,min</sub>

V<sub>MPP,Design</sub>

V<sub>DC,max</sub>

V

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Συμβατότητα φωτοβολταϊκής γεννήτριας και τύπου μετατροπέα. Ο λόγος ονομαστικής ισχύος (μέγιστη ισχύς DC του μετατροπέα διαιρούμενη δια της μέγιστης ισχύος) βρίσκεται στο συνιστώμενο εύρος τιμών (100% - 120%).

Πίνακας 5: Αποτέλεσμα συνεργασίας φ/β με inverter από λογισμικό

Σε συνδιασμό με το επιλεγμένο Φ/Β πλαίσιο ο inverter λειτουργεί ιδανικά, εντός των προδιαγραφών του, καθώς η τάση MPP λειτουργίας βρίσκεται εντός των ορίων ελάχιστης και μέγιστης τάσης, ενώ η ένταση δεν ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπόμενη.(βλ Εικόνα). Επιπλέον η τάση ανοικτοκύκλωσης στις κατώτερες θερμοκρασίες που πρόκειται να λειτουργήσει ο inverter ελληνικές συνθήκες(0 °C), δεν ξεπερνά τα 800V που ορίζει ο κατασκευαστής.

### Επιπρόσθετες τεχνικές προδιαγραφές

#### Συνδέσεις

Η σύνδεση των string μεταξύ τους θα γίνει με κατάλληλους συνδέσμους τύπου MCIV. Θα τοποθετηθεί κατάλληλο θερμοσυστελλόμενο στοιχείο στο σημείο σύνδεσης για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή στεγάνωση. Ο γενικός πίνακας διανομής θα φέρει ξεχωριστές μπάρες φάσεων, ουδέτερου και γείωσης. Θα είναι μεταλλικός επίτοιχος με μεταλλική πόρτα στεγανός. Μεταξύ των άλλων ο πίνακας θα περιλαμβάνει:



- Γενικές ασφάλειες (μικροαυτόματους)
- Τριφασικό απαγωγό υπερτάσεων (ενδεικτικού τύπου Propster P-HMS 280 3+1)
- Γενικό τριφασικό αυτόματο διακόπτη

Τα καλώδια που θα τρέχουν εκτός εδάφους θα οδεύουν εντός χαλυβδοσωλήνων ή σε μεταλλικές σχάρες καλωδίων. Οι χαλυβδοσωλήνες θα είναι με ραφή πάχους τουλάχιστον 1mm για ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, με εσωτερική μονωτική επένδυση σύμφωνα με το άρθρο 146 παρ.ΦΕΚ 59B/55. Πρέπει να βιδώνονται μεταξύ τους και με τα εξαρτήματα τους (μούφες, καμπύλες, ταυ, συστολές, κουτιά διακλάδωσης κλπ) ώστε να εξασφαλίζεται απόλυτη στεγανότητα στους αγωγούς που περιέχουν.

Οι σχάρες εγκατάστασης καλωδίων θα είναι μεταλλικές από διάτρητη γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους αναλόγου προς τα πλάτος τους ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής ακαμψία και οπωσδήποτε πάνω από 1 mm. Οι σχάρες καλωδίων θα συνοδεύονται και με όλα τα ειδικά εξαρτήματα σχηματισμού ή στήριξης τους (καμπύλες, συστολές, διακλαδώσεις, ορθοστάτες, βραχίονες στήριξης κλπ) επίσης γαλβανισμένων εν θερμώ.

Τα καλώδια που θα τρέχουν μέσα σε σκάμματα θα τοποθετηθούν σε εύκαμπτους σωλήνες PVC τύπου HELIFLEX (ηλεκτρολογικοί), κατασκευασμένους από μαλακό PVC με εσωτερική σπείρα από σκληρά PVC. Ο συνδυασμός αυτός τους καθιστά ταυτόχρονα εύκαμπτους αλλά με μεγάλη μηχανική αντοχή. Χρησιμοποιούνται όπου χρειάζεται μηχανική αντοχή και ευκαμψία π.χ, σε οδεύσεις μέσα από μπετόν. Είναι κατάλληλοι για αγωγούς και καλώδια. Ως εναλλακτική προτείνεται σωλήνα PVC αποχετεύσεως. Προτείνεται η εγκιβώτιση των σπιράλ ή των σωλήνων σε τσιμέντο. Για τις γραμμές τροφοδοτήσεως πινάκων και τις υπόλοιπες γραμμές μεγάλης διατομής ή μήκους, τα κιβώτια έλξεως καλωδίων σε συστήματα σωληνώσεων και τα κιβώτια τα οποία θα προστατεύουν τις διακλαδώσεις, θα κατασκευαστούν από γαλβανισμένο χαλυβδόφυλλο πάχους το λιγότερο 2 mm. Τα κιβώτια θα είναι συγκολλητής κατασκευής, στεγανά και το κάλυμμα τους θα στερεώνεται με κοχλίες. Μεταξύ καλύμματος και κυτίου θα τοποθετηθεί παρέμβυσμα από νεοπρέν για στεγανοποίηση. Οι διαστάσεις των κυτίων θα είναι τέτοιες ώστε να είναι λειτουργικές σε σχέση με τον αριθμό των εισερχομένων και εξερχομένων σωλήνων ή καλωδίων.

Τα AC καλώδια μετά τους inverter και μέχρι τον γενικό πίνακα διανομής θα είναι τύπου NYM-J 3x25mm<sup>2</sup>. Η απόσταση μεταξύ inverter και γενικού πίνακα είναι μικρότερη από 30μ κατά μέσο όρο. Η επιλεγμένη διατομή καλωδίου είναι κατάλληλη για αποστάσεις μέχρι 30μ.

Τα καλώδια AC που θα φτάνουν από τον inverter στον γενικό πίνακα θα ασφαλιστούν με μικροαυτόματους διακόπτες 32 A. Η αναχώρηση για τον μετρητή της ΔΕΗ θα γίνει με καλώδιο NYM-J 5x50mm<sup>2</sup> για μέγιστος μήκος οδού 40μ. Το καλώδιο θα ασφαλιστεί στον γενικό πίνακα διανομής με τριφασικό αυτόματο διακόπτη 125 A. Οι μικροαυτόματοι (μονοπολικοί ή τριπολικοί) θα είναι κατασκευασμένοι κατά τους κανονισμούς VDE 0641. Η διάρκεια ζωής τους θα είναι τουλάχιστον για 20000 ζεύξεις και αποζεύξεις. Θα είναι ισχύος διακοπής 1,5KA στα 380V, θα φέρουν θερμική προστασία υπερεντάσεως και στιγμιαίο ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο προστασίας έναντι βραχυκυκλώσεως, που διεγείρεται σε ρεύμα έντασης 4/πλάσις της ονομαστικής έντασης του μικροαυτόματου.

#### Γειώσεις – Αντικεραυνική προστασία

Εντός του εδάφους και σε βάθος 0,6 m, περιμετρικά της θέσης εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, θα τοποθετηθεί αμόνωτος επικασσιτερωμένος χάλκινος αγωγός 16mm<sup>2</sup> ο οποίος θα αποτελέσει κλειστό βρόχο και ο οποίος θα συνδεθεί με τρίγωνο γείωσης που θα κατασκευαστεί με τρία ηλεκτρόδια στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου πλευράς 3 m. Τα ηλεκτρόδια γείωσης θα είναι χαλύβδινα επιχαλκωμένα διαμέτρου 16mm και μήκους 1,5μ. Προς το βρόχο θα συνδεθούν άμεσα οι βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, όλα τα μεταλλικά μέρη των πινάκων, των οργάνων προστασίας και τα μεταλλικά μέρη των μηχανημάτων εξοπλισμού. Βρόχος θα σχηματιστεί, επίσης, πέριξ του οικίσκου τοποθέτησης ο Inverter, ο οποίος θα βραχυκυκλωθεί με τον κυρίως βρόχο.

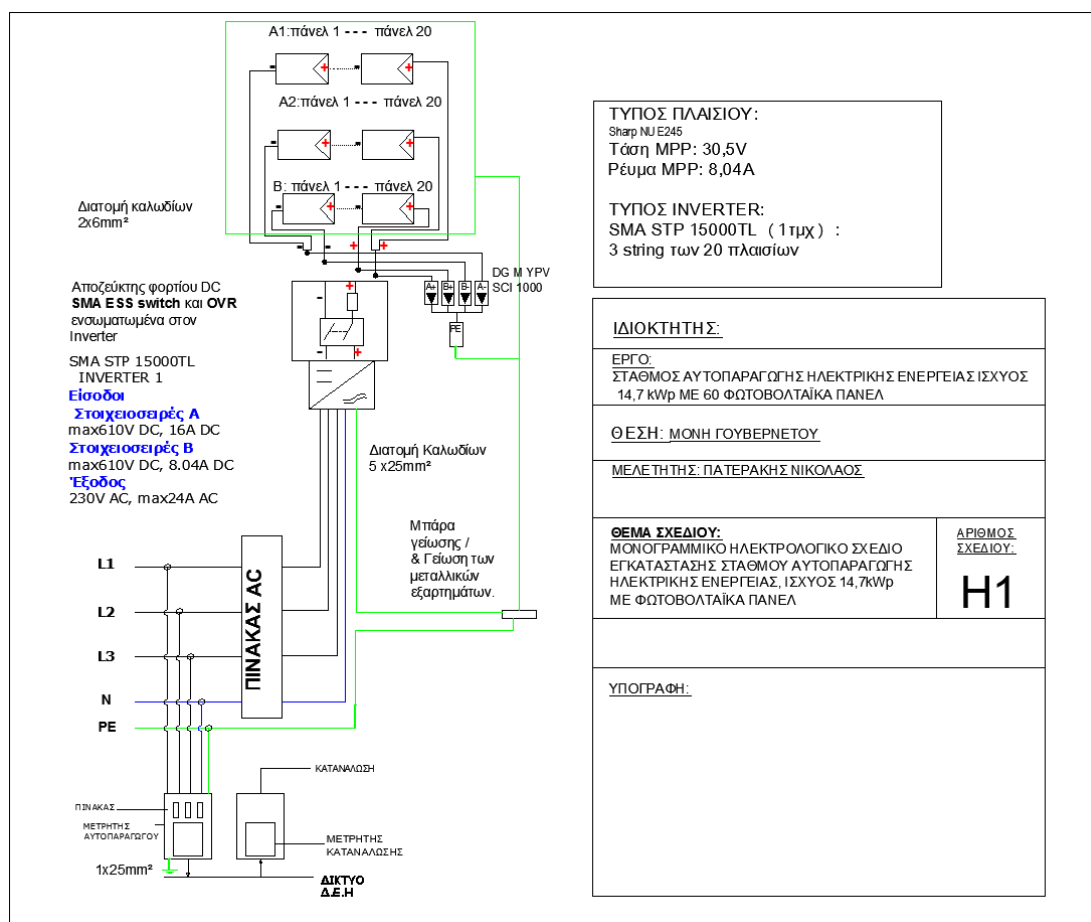


Η προστασία του Φ/Β πάρκου έναντι αμέσου πλήγματος από κεραυνό θα γίνει με αλεξικέραυνο, το οποίο θα τοποθετηθεί επί ιστού ύψους 7 m στο βόρειο άκρο του γηπέδου. Το αλεξικέραυνο θα είναι ενισχυμένου ιονισμού/ατμοσφαιρικής τάσης τύπου TESLA-S2 ακτίνα προστασίας R=100 μέτρων.

#### Επιτηρητής – Καταγραφέας δεδομένων

Η καρδιά του συστήματος είναι το data logger/modem Sunny Web Box. Εκεί καταλήγουν όλα τα δεδομένα από τους inverters και από τους εξωτερικούς αισθητήρες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας και μέσω του συστήματος αυτού είναι δυνατή η τηλεμετρία του πάρκου.

Το αισθητήριο θερμοκρασίας και ακτινοβολίας (Sunny Sensor Box) θα τοποθετηθεί στο πάνω μέρος της βάσης στήριξης ώστε να έχει την ίδια κλίση με τα πάνελ. Στο ίδιο σημείο θα τοποθετηθεί και το θερμόμετρο εξωτερικής θερμοκρασίας. Για τη σύνδεση του Sensor Box με τον Web Box θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο LiYCY 2x2x0.25mm<sup>2</sup>.



Σχήμα 3: Μονογραμμικό Ηλεκτρολογικής Σύνδεσης

#### Προκαταρκτική εκτίμηση σύνδεσης με το δίκτυο

Εκτιμάται ότι η εγκατάσταση θα συνδεθεί απ' ευθείας με το υπάρχον δίκτυο Χαμηλής Τάσης της ΔΕΗ, του οποίου η απόσταση 40 μ περίπου από τα όρια της εξασφαλισμένης εκτάσεως. Μετά τον μετρητικό εξοπλισμό, θα κατασκευαστεί υπόγεια γραμμή σύνδεσης ώστε να γίνει η σύνδεση με το υπάρχον δίκτυο. Ως γνωστό, δεν θα γίνεται αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες, αλλά η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα διοχετεύεται απ' ευθείας στο δίκτυο σε δεύτερο μετρητή της ΔΕΗ διπλής κατεύθυνσης.



## Τεχνική περιγραφή έργων υποδομής

### Οικόπεδο/Τοποθέτηση των συστημάτων

Η θέση του Πάρκου στην έκταση έχει καθοριστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί κατά το δυνατό η επέμβαση στο ανάγλυφο της περιοχής. Βασική αρχή της χωροθέτησης, θα αποτελέσει ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών γεννητριών προς το νότο, καθώς έτσι εξασφαλίζεται η μέγιστη απόδοση τους καθ'όλη την διάρκεια του έτους.

Η συγκεκριμένη περιοχή είναι απολύτως κατάλληλη καθώς έχει Νότιο-Νοτιοδυτικό προσανατολισμό, και συνεπώς δεν θα απαιτηθούν εκτεταμένες χωματουργικές εργασίες διαμόρφωσης σε σχέση με άλλες δυνητικές τοποθεσίες.

Κατ' αρχάς α ακολουθηθεί σε γενικές γραμμές το φυσικό ανάγλυφο της έκτασης και μόνο σε σημεία όπου θα κριθεί απαραίτητο θα γίνουν τοπικές επεμβάσεις (επιχωματώσεις – αναβαθμοί – στηρίξεις) προκειμένου να ομαλοποιηθεί το ανάγλυφο.

## 8.Στόχος, Σημασία Αναγκαιότητα και Οικονομικά Στοιχεία του Έργου -

### Συσχέτιση του με άλλα έργα

#### Στόχος του προτεινόμενου έργου

Η προτεινόμενη δραστηριότητα στον υπό μελέτη χώρο είναι μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκές Γεννήτριες συνολικής ισχύος 14,7kW. Τα φωτοβολταϊκά θα μετατρέπουν αδιάλειπτα την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, η οποία θα διοχετεύεται στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της μέρας.

#### Σημασία και αναγκαιότητα του προτεινόμενου έργου

Η ισχυρή περιβαλλοντική και αναπτυξιακή διάσταση των ΑΠΕ είναι πλέον αδιαμφισβήτητη, ειδικά παρατηρώντας τη διεθνώς αλματώδη πορεία τους. Η Ελλάδα, αν και με χρονική καθυστέρηση, σύντομα αναμένεται και αυτή να γνωρίσει ανάπτυξη λόγω του συνδυασμού των ισχυρών οικονομικών κινήτρων που δίνει η νέα νομοθεσία για την προώθηση των ΑΠΕ και της δεύτερης υψηλότερης ηλιοφάνειας στην Ευρώπη, μετά την Ισπανία.

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία, αλλά η μειωμένη τιμή του πετρελαίου και η έλλειψη συγκεκριμένων κινήτρων διατήρησαν χαμηλή την ανάπτυξη τους. Πρόσφατα, λόγω της αλματώδους αύξησης της τιμής του πετρελαίου, της αποδεδειγμένης αρνητικής συνεισφοράς της χρήσης των ορυκτών πόρων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά και συγκεκριμένων στόχων που έχουν τεθεί σχετικά με το παραγόμενο από ΑΠΕ ποσοστό ενέργειας, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την συγκεκριμένη μορφή ενέργειας και χαρακτηρίζεται παγκοσμίως από αλματώδη ανάπτυξη. Έχουν ήδη δρομολογηθεί μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκοί σταθμοί στις ΗΠΑ και την περιοχή της Μεσογείου (Νότια Ευρώπη, Βόρεια Αφρική, Μέση Ανατολή).

Η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα συμβάλλει ουσιαστικά στην κάλυψη μιας σειράς εθνικών στόχων και υποχρεώσεων. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Η ικανοποίηση του εθνικού στόχου, σύμφωνα και με την Κοινοτική Οδηγία 77/2001, κατά την οποία το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή πρέπει να είναι 20,1% μέχρι το 2010 και 29% μέχρι το 2020. Μέχρι σήμερα το ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ παραμένει μόλις 8% περίπου, κυρίως λόγω των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων ενώ οι εγκατεστημένες ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι συνολική ισχύος περίπου 850 MW. Για να επιτευχθεί ο στόχος του 2010 απαιτούνται να εγκατασταθούν περί τα 3.000-3.500 MW . (Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης. 3η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διείσδυσης της ανανεώσιμης ενέργειας έως το έτος 2010, ΥΠΑΝ, 2005). Πρέπει να τονιστεί ότι μέχρι σήμερα ο δείκτης της Ελλάδας σχετικά με την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι





μειωμένος κατά 0,2% σε σχέση με το 1990 (Πηγή: World Wide Fund for Nature. *Ετήσιος απολογισμός του 2007 για την κλιματική αλλαγή*).

- Στην εγκεκριμένη από την Ελληνική Κυβέρνηση Ελληνική Στρατηγική προς τη Βιώσιμη ανάπτυξη (2002), επαναλαμβάνεται η παραπάνω δέσμευση, ενώ γίνεται σε διάφορες περιπτώσεις ρητή αναφορά στις ΑΠΕ, και μεταξύ άλλων αναφέρονται τα εξής: «Στόχος της Στρατηγικής μας είναι [...] η δραστική αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ, με πρώτο στόχο την αύξηση της συμμετοχής τους στην ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2010 στο 20%, συμφωνά και με τη σχετική κοινοτική οδηγία. Αν και σήμερα η αιχμή του επενδυτικού ενδιαφέροντος εντοπίζεται στα αιολικά και μικρά υδροηλεκτρικά έργα, σημαντική αναμένεται και η ανάπτυξη ηλιακών τεχνολογιών»
- Η ενεργειακή απεξάρτηση της χώρας μας, με την αξιοποίηση του τεράστιου δυναμικού σε ΑΠΕ και ιδιαίτερα της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας. Η ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας ανήλθε το 2004 σε 72,7%, έναντι του ευρωπαϊκού μέσου όρου 50,1% (Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Ενέργεια. [http://ec.europa.eu/energy/index\\_el.html](http://ec.europa.eu/energy/index_el.html).)
- Η προσέλκυση μεγάλης κλίμακας επενδύσεων.
- Η μείωση των αιχμών ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους θερινούς μήνες. Βασικό πλεονέκτημα των ηλιοθερμικών συστημάτων αποτελεί το γεγονός ότι η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης που παρατηρούνται τους θερινούς μήνες λόγω της ραγδαίας αύξησης στη χρήση κλιματιστικών. Συνεπώς, μπορούν να βοηθήσουν έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής (δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή).
- Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.
- Η συγκράτηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο έχει κυρωθεί από την ελληνική βουλή, αποτελεί νόμο του κράτους και "προβλέπει δεσμευτικούς στόχους και ποινές σε περίπτωση μη επίτευξης τους. Στόχος του Πρωτοκόλλου ως γνωστό είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τα οποία ευθύνονται για την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της γης. Αν και ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Οι επιμέρους στόχοι παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

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

Όπως φαίνεται, στην Ελλάδα έχει επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Όμως, σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού



Αστεροσκοπείου Αθηνών, μέχρι το 2005 οι εκπομπές της χώρας μας είχαν ήδη αυξηθεί κατά 25% περίπου, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις, η αύξηση των εκπομπών κατά το 2010 θα ανέρχεται στο +35,8% (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών). Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία της Επιτροπής του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος, η Ελλάδα κατέχει τη 18η-θέση ανάμεσα σε 40 χώρες όσον αφορά τις απόλυτες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ σκαρφαλώνει στην 4η θέση όταν γίνεται σύγκριση των ποσοστών αύξησης των εκπομπών από το 1990 έως το 2004 (Πηγή: Intergovernmental Panel on Climate Change. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories).

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι το αποτέλεσμα αδιαμφισβήτητων πλέον στοιχείων που αποδεικνύουν ότι η θερμοκρασία του πλανήτη αυξάνεται επικίνδυνα και μάλιστα από ανθρωπογενή αίτια (χρήση ορυκτών καυσίμων κυρίως). Η επιστημονική κοινότητα, ιδιαίτερα κατά τα τελευταία χρόνια, έχει καταβάλει σημαντικές προσπάθειες εκτίμησης των επιπτώσεων της αναμενόμενης κλιματικής μεταβολής σε διάφορους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας καθώς επίσης και προσδιορισμού του οικονομικού μεγέθους των εν λόγω επιπτώσεων. Οι σημαντικότερες διαταραχές που θα προκληθούν σύμφωνα με τις αναλύσεις αυτές περιλαμβάνουν επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, στην αγροτική παραγωγή, στη διαθεσιμότητα και ποιότητα των υδατικών πόρων, στη διαθεσιμότητα γης, στην ποιότητα των φυσικών οικοσυστημάτων, στη βιοποικιλότητα, στην προσφορά και ζήτηση ενέργειας, στη συχνότητα εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων, κλπ.

### Πηγή δεδομένων ηλιοφάνειας και παραγωγικότητας

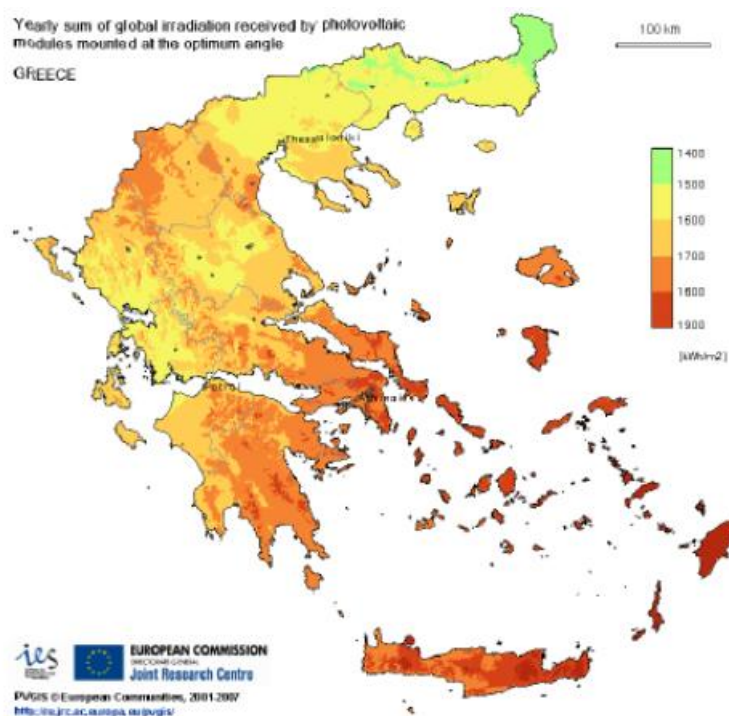
Ο τρόπος τοποθέτησης των πάνελ είναι έτσι ώστε να μην σκιάζονται καθόλου, καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Και επειδή θα έχουν τον βέλτιστο προσανατολισμό και κλίση πλαισίων η παραγωγική τους δυνατότητα θα είναι η μέγιστη δυνατή.

### Καταλληλότητα της προτεινόμενης τοποθεσίας

Σε γενικές γραμμές η Ελλάδα διακρίνεται από υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας σε όλη την επικράτεια, ειδικά συγκρινόμενη με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο. Όπως είναι λογικά αναμενόμενο, οι Νότιες περιοχές της χώρας υπερτερούν σε σχέση με τις Βόρειες. Καθότι στην Κρήτη η ηλιοφάνεια είναι διαθέσιμη σε πολύ υψηλά επίπεδα, το κύριο κριτήριο επιλογής της θέσης στην προκειμένη περίπτωση έγκειται στην απόσταση της προτεινόμενης μονάδας από την έδρα της επιχείρησης καθώς και στη διαθεσιμότητα γης σε βιώσιμο κόστος, και όχι στην όποια διαφοροποίηση υπάρχει στη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια.

Στην εικόνα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η κλιμάκωση του διαθέσιμου ηλιακού δυναμικού ανά την Ελληνική επικράτεια. Όπως διαφαίνεται, οι διαφοροποιήσεις σε επίπεδο περιφέρειας (Κρήτη) είναι μικρές.





Εικόνα 20: Ηλιακός χάρτης Ελλάδας

Μήνας	Μέση ημερήσια απολαβή σε οριζόντια επιφάνεια (Wh/m².day)	Βέλτιστη Κλίση (°)	Μέση ημερήσια απολαβή σε βέλτιστα κεκλιμένη επιφάνεια (Wh/m².day)	Θερμοκρασία Ημέρας (°C)
Ιαν	2120	56	2970	10.5
Φεβ	2990	50	3920	10.7
Μαρ	3940	37	4580	12.4
Απρ	5540	23	5850	15.4
Μάιος	6330	10	6160	20.4
Ιουν	7200	3	6700	24.9
Ιουλ	6920	6	6580	27.3
Αυγ	6370	18	6520	27.1
Σεπ	5190	33	5940	23.6
Οκτ	3590	46	4560	19.8
Νοεμ	2280	54	3120	15.6
Δεκ	1800	57	2540	12.2
Έτος	4530	28	4960	18.3

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο (28°) που παρατηρείται στο δεδομένο σημείο ανέρχεται σε 4.960 Wh/m².day, η οποία αντιστοιχεί ετησίως σε 1.810 kWh/m². Στον πίνακα που ακολουθεί, εμφανίζονται οι μέσες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας των εναλλακτικών τοποθεσιών εγκατάστασης, προκειμένου να πιστοποιηθεί η καταλληλότητα του χώρου.



Περιοχή	Ηλιακό δυναμικό (kWh/m <sup>2</sup> .day)
Σέρρες	4.180
Θεσσαλονίκη	4.338
Βόλος	4.460
Θήβα	4.770
Άργος	4.780
Ηράκλειο Κρήτης	4.890
Προτεινόμενη τοποθεσία	4.960

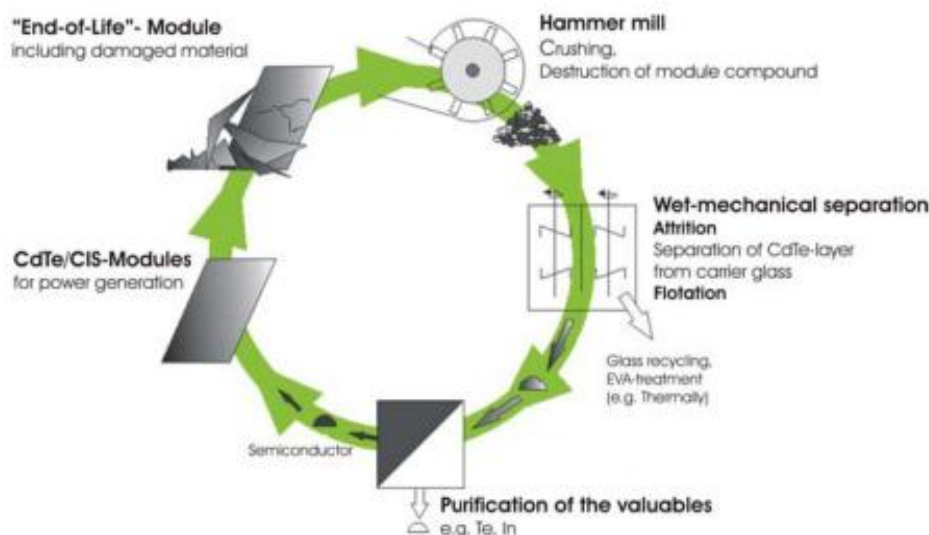
Όπως φαίνεται και στις τιμές του πίνακα, η συγκεκριμένη τοποθεσία, καθώς και η περιοχή του Νομού Χανίων γενικότερα, προσφέρεται για εφαρμογές ηλιακής ενέργειας, καθώς το ηλιακό δυναμικό κυμαίνεται στις υψηλότερες τιμές της Ελληνικής επικράτειας.

## 9. Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά το πέρας του κύκλου ζωής του έργου

Μετά την οριστική παύση της δραστηριότητας, ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός θα απομακρυνθεί και ο χώρος εγκατάστασης θα επανέλθει κατά το δυνατό στην αρχική του κατάσταση.

Όλος ο παραγωγικός και υποστηρικτικός εξοπλισμός θα διατεθεί προς ανακύκλωση σε κατάλληλες εγκαταστάσεις εναλλακτικής διαχείρισης:

- Στην περίπτωση φωτοβολταϊκών που κατασκευάζονται από υψηλής καθαρότητας πυρίτιο (κρυσταλλικά), βρίσκεται σε πλήρη ανάπτυξη ένα σύστημα διαχείρισης από τους μεγάλους ευρωπαϊούς κατασκευαστές και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Συνεπώς, η κατασκευάστρια εταιρία των πλαισίων θα αναλάβει την παραλαβή τους αμέσως μετά το τέλος του κύκλου ζωής.



### Σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας ανακύκλωσης των πλαισίων

Στην περίπτωση φωτοβολταϊκών που κατασκευάζονται Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe) και Ινδιοδισεληνιούχο Χαλκό (CIS - CuInSe<sub>2</sub>) καθίσταται απαραίτητη η προσεκτική αποξήλωσή τους και η ειδική διαχείρισή τους, καθώς αποτελούνται από βαρέα μέταλλα με δυσμενείς επιπτώσεις στο



περιβάλλον σε περίπτωση ανεξέλεγκτης εναπόθεσής τους. Ταυτόχρονα, το  $I_n$  και το  $T_e$  έχουν υψηλή εμπορική αξία, η οποία σε κάθε περίπτωση εξασφαλίζει την προοπτική εναλλακτικής διαχείρισής τους.

Τέλος, τα ηλεκτρονικά ισχύος, τα καλώδια και οι μηχανισμοί στήριξης είναι πλήρως ανακυκλώσιμα, ενώ τα υλικά τους έχουν επίσης υψηλή εμπορική αξία. Σε κάθε περίπτωση, ο φορέας υλοποίησης του έργου θα μεριμνήσει για την κατάλληλη διάθεσή τους, η οποία θα του επιφέρει επιπρόσθετα οικονομικά οφέλη. Ταυτόχρονα, θα εξασφαλισθεί η προστασία του περιβάλλοντος μέσω της επαναχρησιμοποίησης των πρώτων υλών και της αποκατάστασης του γηπέδου εγκατάστασης.

## 10.Αποτελέσματα μεθοδολογίας

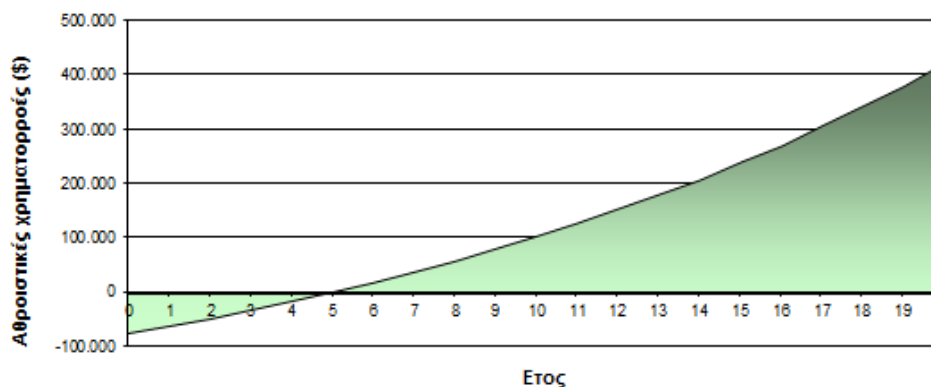
### Βιωσιμότητα

Όπως σε κάθε μελέτη, η οποία έχει σκοπό την βελτίωση ή και την πλήρη λύση προβλημάτων, έτσι και στη μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης με κατεύθυνση την περιβαλλοντική προστασία μέσα από την χρήση Α.Π.Ε. το κομμάτι της βιωσιμότητας είναι από τα κυριότερα και πολλές φορές είναι αυτό που ορίζει τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος από τον μηχανικό αλλά και την τελική απόφαση υλοποίησης από τον "πελάτη".

Στην περίπτωση μας λόγω της χρήσης τριών διαφορετικών συστημάτων, τα οποία έχουν διαφορετικό τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας και θέλοντας να δώσουμε τη δυνατότητα για την μερική υλοποίηση της μελέτης θα παρουσιάσουμε την βιωσιμότητα για κάθε σύστημα ξεχωριστά.

### Φωτοβολταικά

Στην περίπτωση των φωτοβολταικών, για τα οποία το κόστος ανά εγκατεστημένο watt έχει μειωθεί θεαματικά τα τελευταία χρόνια λόγω τις ραγδαίας ανάπτυξης στον τομέα (φτάνει 1,6 €/W), το συνολικό κόστος είναι θεαματικά μειωμένο στα 60,000€ και απόσβεση γίνεται σε περίπου 5,8 έτη όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα(€/έτος).

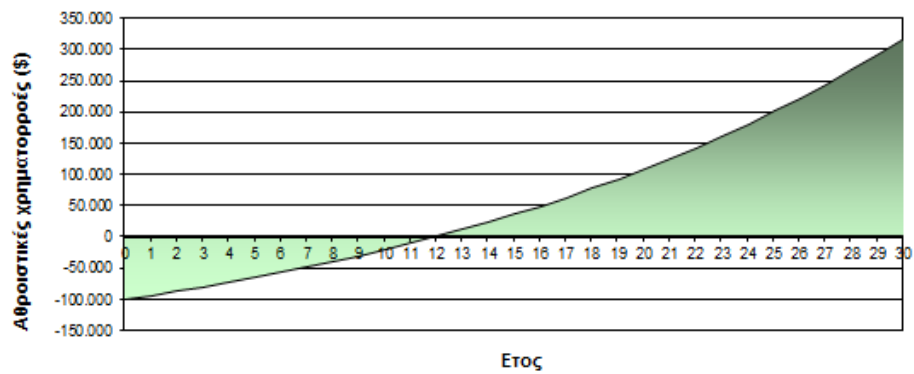


### Θέρμανση χώρων από βιομάζα

Το κόστος της λύσης που προτινουμε με την χρήση ενός καυστήρα 120.000kcal/h και με διαχωρισμό του δικτύου διανομής με πολλαπλές αντλίες μεταβλητών στροφών τύπου inverter για την αυτονόμηση των διάφορων χώρων του κτηρίου είναι περίπου 50.000 €. Το κόστος αν και φαίνεται μεγάλο όταν το βλέπουμε σαν σκέτο νούμερο, είναι πολύ προσιτό γιατί το κτήριο θα εξοικονομεί πολλά kw καθημερινά ηλεκτρικής ενέργειας, γιατί μέχρι σήμερα η θέρμανση του γινόταν με σώματα ηλεκτρικής αντίστασης (ηλεκτρικές σόμπες). Όπως δείχνει η ανάλυση βιωσιμότητας στο παρακάτω διάγραμμα η απόσβεση του γίνεται σε 12 χρόνια περίπου.

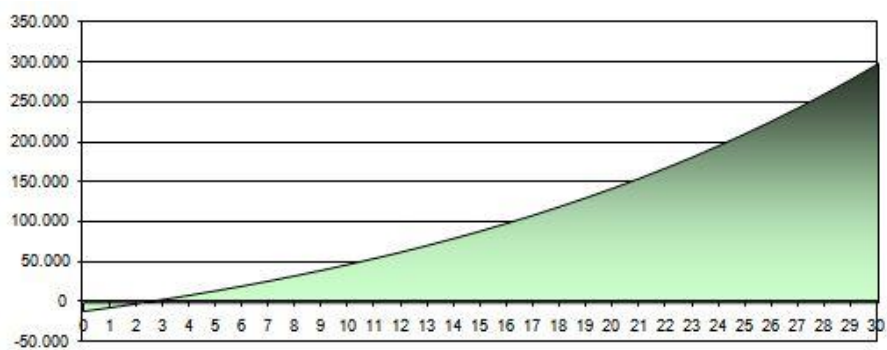






## Ηλιοθερμικά

Η χρήση ηλιοθερμικών πλέον έχει γίνει κατανοητό ότι μόνο θετικά μπορεί να συνεισφέρει στο ενεργειακό ισοζύγιο ενός κτηρίου. Το κόστος μια εγκατάστασης για ZNX 20 ατόμων είναι μόλις 10.500€, κάτι που κάνει την απόσβεσή του να έρχεται σε μόλις σε 2 χρόνια.



## 11.Συζήτηση

Η μετατροπή ενεργοβόρων κτηρίων σε "πράσινα" αποτελεί στόχο για την Ε.Ε. και έχει απασχολήσει μερικούς από τους μεγαλύτερους αρχιτέκτονες-μηχανικούς-επιστήμονες. Στις σημερινές μελέτες κατασκευών το κομμάτι του ενεργειακού ισοζυγίου έχει πάρει πρωταγωνιστικό ρόλο σε αντίθεση με το παρελθόν. Αν και αυτό σημαίνει αρκετά μεγαλύτερο αρχικό κόστος μελέτης και κατασκευής ο μηχανικός, με τη βοήθεια της επιστήμης και της τεχνολογίας, έχει ωριμάσει αρκετά ώστε να επιλέγει την καλύτερη ενεργειακά λύση καθώς, εκτός από το περιβαλλοντικό κέρδος το οποίο είναι τεράστιο, είναι πλέον εμφανές ότι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας υπερκερνά το αρχικό κόστος κατασκευής με δυνατότητα ακόμα και αποκόμισης κέρδους.

Η ΕΕ έχει κατά καιρούς πρωτοστατήσει στον τομέα αυτό με διάφορες οδηγίες προς τα κράτη μέλη όπως για την χρήση σε ποσοστό 30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το 2020 και την κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης σε ποσοστό 60% από ηλιακούς συλλέκτες. Τέτοιες αποφάσεις δυστυχώς δεν παίρνονται από το σύνολο της παγκόσμιας κοινότητας και ιδιαίτερα από χώρες με ανεπτυγμένη βιομηχανία, πολλές από τις οποίες δεν τηρούν ούτε την Συνθήκη του Κιότο.

Η εξάρτηση της παγκόσμιας οικονομίας από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και κυρίως από τους υδρογονάνθρακες αποτελεί τροχοπέδη σε πρωτοβουλίες για την αλλαγή του ενεργειακού χάρτη της υψηλίου. Είμαστε αισιόδοξοι ότι το παράδειγμα των μοναχών οι οποίοι έχουν επιλέξει ένα διαφορετικό



τρόπο ζωής , αυτόν δηλαδή της μη συμμετοχής σε ορισμένες δραστηριότητες του κοινωνικού συνόλου, που κάποιοι το θεωρούν συντηρητικό να ανοίξει τους ορίζοντες στους "προοδευτικούς".

### **Προτάσεις για το μέλλον**

Αν και στην παρούσα εργασία έχουν καλυφτεί στο σύνολό τους σχεδόν οι ανάγκες του συγκροτήματος και των μοναχών υπάρχουν προτάσεις που θα μπορούσαν σε πρώτη φάση να υλοποιηθούν. Το μοναστήρι έχει γύρο του μεγάλες εκτάσεις οι οποίες του ανήκουν και καλλιεργούνται παρέχοντάς του τη δυνατότητα εφαρμογής γεωθερμικών εγκαταστάσεων. Επιπλέον εν καιρώ με την μείωση των τιμών των μπαταριών ή άλλων συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας(βλ κυψέλες καυσίμου) θα μπορούσε να αυτονομηθεί πλήρως από το ηλεκτρικό δίκτυο.



## 12.Βιβλιογραφία

Sun,Wind and light architectural design strategies, Brown G.Z DeKay.M, 2000

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,Εφημερίδα Κυβερνήσεως, 2010, Αριθμός φύλλου 85

Φωτοβολταϊκά Συστήματα», Ι. Φραγκιαδάκης, εκδόσεις Ζήτη, 2007

Planning and Installing Photovoltaic Systems- A guide for installers, architectsand engineers, second edition, Earthscan

Photovoltaic Systems, Klaus Preiser

Photovoltaics in Buildings, Frierich Sick and Thomas Erge, James & James Ltd, London, 1996

Νόμος, Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, Εφημερίδα της κυβερνήσεως,2010 Αριθμός φύλλου 407

Εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Τεχνολογικό και Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου“, Αραπογιάννη Αθανασία, 2008, Ε.Μ.Π.

Σχετικά με τους όρους και προϋποθέσεις για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, Κ.Υ.Α 21475/4707/98

Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας, Κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών χώρων, Τ.Ο.ΤΕΕ 2421/1986

Κλιματικά Δεδομένα ελληνικών περιοχών, Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-3/2010

Αναλυτικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010

Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010



Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων,  
Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-2/2010

Φωτοτεχνία, Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κουρτέση

Οδηγός Σχεδιασμού Εγκαταστάσεων, Εξοικονόμηση Ενέργειας σε: Θέρμανση Ψύξη Εξαερισμό,  
Εκδόσεις Κτήριο

Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική & Εξοικονόμηση Ενέργειας, Εκδόσεις  
Κτήριο

Εργασία: Ανάλυση της μετάδοσης θερμότητας σε διάφορους τύπους τοιχοποιίας και επιλογή της  
βέλτιστης για αύξηση της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτηρίου, Πατεράκης Νικόλαος

Εργασία: Ανάλυση της μετάδοσης θερμότητας σε πέτρινη κτιριακή κατασκευή, Πατεράκης Νικόλαος

Ιστότοπος, [www.paterakisenergy.gr](http://www.paterakisenergy.gr)

#### **Λογισμικά**

- RetScreen
- 4M (fine)
- Sunny Design
- Sunny Explorer
- Polysun



## Κατάλογος Συντομογραφιών

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας  
ΔΔΔ: Διεύθυνση Διαχείρισης Δικτύου  
ΔΕΣΜΗΕ: Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας  
ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση  
ΕΜΥ: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία  
ΕΠΑΝ: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 'Ανταγωνιστικότητα'  
ΕΠΟ.: Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων  
ΕΣΥΕ: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία  
ΕΥΠΕ: Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος  
ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση  
kW: κιλοβάτ (μονάδα ισχύος)  
kWh: κιλοβατώρα (μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας)  
MT: Μέση Τάση  
MW: μεγαβάτ (μονάδα ισχύος)  
MWh: μεγαβατώρα (μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας)  
ΠΠΕ: Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων  
ΠΠΕΑ: Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση  
ΡΑΕ: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας  
ΥΠΑΝ: Υπουργείο Ανάπτυξης  
ΥΠΕΧΩΔΕ: Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων  
ΥΤ: Υψηλή Τάση  
Φ/Β: Φωτοβολταϊκά





### 13.Παράρτημα

#### Λέβητας



*Εικόνα: Ο λέβητας θα διαθέτει τροφοδότη δύο αξόνων για επιπλέον ασφάλεια. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιεί την πιθανότητα να επιστρέψει η φλόγα προς το σιλό και να καύσει το αποθηκευμένο καύσιμο*



*Εικόνα:Με τον κυλινδρικό εναλλάκτη με φλογοαυλούς ανεβάζει την απόδοση του συστήματος σε ποσοστά πάνω του 90%*





*Εικόνα: Καύση ξύλων σαν εναλλακτική λύση*



*Εικόνα: Στεγανό καπάκι του σιλό το οποίο ανοίγει με αμορτισέρ για μεγαλύτερη ευκολία και θυρίδα επιθεώρησης ποσότητας καυσίμου*



*Εικόνα: Εσωτερικό του θαλάμου καύσης με την εστία καύσης, τις σχάρες για τα ξύλα και τον μαντεμένιο καταλύτη, ο οποίος πυρολύει τα καυσαέρια*





*Εικόνα: Πλήρως ανεπτυγμένη φλόγα*



*Εικόνα: Σύστημα μετάδοσης κίνησης διβάθμιου τροφοδότη*





Εικόνα: Λέβητας με ανοιχτές τις τρεις πόρτες. Διακρίνεται η μόνωση από βερμικουλίτη στις δυο πάνω πόρτες



Εικόνα: Σερπατίνα εναλλαγής θερμότητας με χάλκινη σωλήνα





Εικόνα: Αντίσταση αυτόματης έναυσης



Εικόνα: Δοχείο Στάχτης με ροδάκια για εύκολη και αυτόματο άδειασμα της στάχτης από τον λέβητα



Εικόνα: Πίνακας EcoMax για ακριβή έλεγχο της τροφοδοσίας του καυσίμου, έλεγχος της ισχύος του ανεμιστήρα, συντήρηση φλόγας, αυτόματη έναυση







Εικόνα: Εστία καύσης με ακροφύσια δευτερεύοντος αέρα, ειδική για καύσιμα που παράγουν πτητικά αέρια όπως ο ελαιοπυρήνας

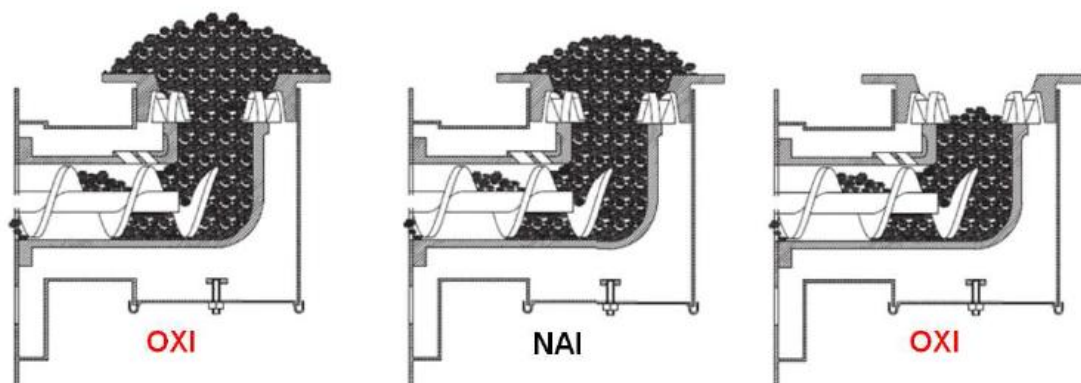
ΤΥΠΟΣ ΛΕΒΗΤΑ	M.M	HL B-120
Ισχύς	kW	139
	kcal/h	120.000
Εξωτερικές διαστάσεις με το ΣΙΛΟ (ΠxΜxΥ)	mm	1730x1300x1570
Εξωτερικές διαστάσεις λέβητα (ΠxΜxΥ)	mm	910x1300x1570
Όγκος ΣΙΛΟ	litres	600
Όγκος θαλάμου καύσης	l	525
Διάμετρος κυλινδρικού εναλλάκτη	mm	461
Φλογαυλοί	αριθμός	14
Τροφοδότης	Τύπος	
Περιεκτικότητα νερού	litres	260
Διάμετρος εστίας καύσης	mm	360
Μοτέρ 220V -7 rpm	W	
Φυσητήρας Ewmarness	m <sup>3</sup> /h	350
Διάμετρος κοχλία (ατσάλινος ιταλικός)	mm	85
Μήκος άξονα Φ 28	mm	1080
Διάμετρος χυτοσιδηρού καταλύτης	mm	350
Κατανάλωση Pellet	kg/h	7,5-9,5
Αυτονομία με γεμάτο ΣΙΛΟ σε 0° C	h	24-56
Βαθμός απόδοσης	%	85
Διάμετρος εξόδου καυσαερίων	mm	295
Θερμοκρασία καυσαερίων	°C	160-170
Απαιτούμενος ελκυσμός στην καπνοδόχο	Pa	18-20
Πίεση λειτουργίας	bar	2,5
Πίεση δοκιμής (Test pressure)	bar	5
Θερμοκρασία λειτουργίας	°C	70/90
Μέγιστη θερμοκρασία	°C	95
Θερμαινόμενος χώρος	m <sup>2</sup>	350
Πίνακας οργάνων μηχανικός	Τύπος	
Πίνακας οργάνων ηλεκτρονικός	Τύπος	
Πόρτα τροφοδοσίας (διαστάσεις)	mm	600x360
Σωληνομαστοί προσαγωγής-επιστροφής	in	2"
ΚΙΤ ασφαλείας 2,5 bar	Αριθ. Βαλβ.	3/4"x2
Ανοιχτό δοχείο διαστολής	litres	150
Κλειστό δοχείο διαστολής	litres	200
Βάρος κενό	kg	880

Πίνακας: Χαρακτηριστικά Λέβητα



## Γενικές οδηγίες ρύθμισης του λέβητα

Η τροφοδοσία θα πρέπει να είναι τόσο, ώστε κατά την διάρκεια της καύσης η στάθμη του καυσίμου να παραμένει σταθερή. Μικρή τροφοδοσία σημαίνει ότι η στάθμη συνεχώς θα πέφτει με κίνδυνο επιστροφής καυσαερίων και σβήσιμο της φλόγας, ενώ μεγάλη τροφοδοσία πως το καύσιμο θα πέφτει εκτός της εστίας χωρίς να προλαβαίνει να καίγεται. Για να επιτευχθεί σωστή καύση και σταθερή φλόγα, μεγάλο ρόλο παίζει και η γεωμετρία του καυσίμου στην εστία καύσης. Θα πρέπει να σχηματίζεται ένας λοφίσκος όπως απεικονίζεται παρακάτω στην εικόνα, αφήνοντας την εξωτερική περιφέρεια οπών της εστίας ελεύθερες.



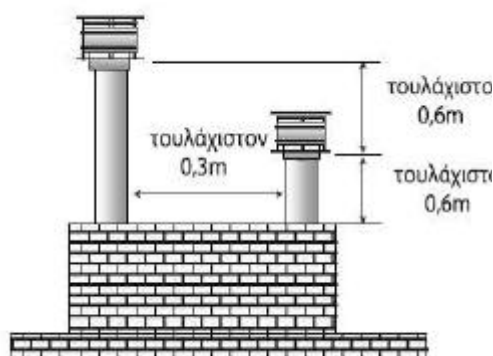
Εικόνα: Σωστή ποσότητα καυσίμου στον χώρο καύσης

## Οδηγίες για μια σωστή καμινάδα

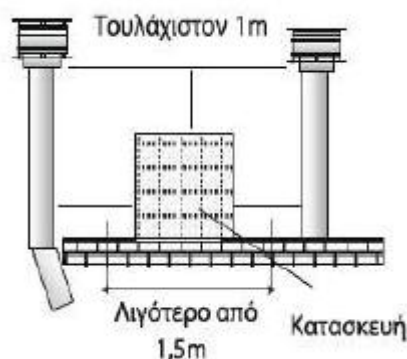
- Η εγκατάσταση της καμινάδας είναι πολύ σημαντική για τη σωστή λειτουργία ενός λέβητα
- Η καμινάδα, θα πρέπει να είναι διπλού τοιχώματος(μονωμένη) και λείας επιφάνειας
- Η σύνδεση με τον λέβητα, πρέπει να είναι στεγανή, όπως και όλο το μήκος της καμινάδας
- Στην έξοδο του λέβητα πρέπει να τοποθετείται θυρίδα επιθεώρησης και καθαρισμού όπως και σε κάθε γωνία-αλλαγή κατεύθυνσης
- Η διάμετρος της καμινάδας, θα πρέπει να υπολογιστεί με βάση το ενεργό ύψος της και την ισχύ του λέβητα, αλλά δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την έξοδο του λέβητα
- Η καμινάδα θα πρέπει να διανύει την μικρότερη δυνατή απόσταση από το λέβητα έως τον τερματισμό της, με τις λιγότερες δυνατές καμπύλες και αλλαγές διεύθυνσης. Η ελάχιστη κλίση που θα πρέπει να διαθέτει το τμήμα σύνδεσης με τον αγωγό είναι 5% στη διεύθυνση του λέβητα και το μέγιστο μήκος του 2m
- Ο ευθύγραμμος αγωγός θα πρέπει να είναι κάθετος και να διατηρεί την ίδια διατομή σε όλο το μήκος του. Σε περίπτωση αλλαγής κατεύθυνσης δεν επιτρέπεται απόκλιση από την κάθετο πάνω από 30°
- Η διάμετρος της καμινάδας δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από 120mm σε περίπτωση κυλινδρικής διατομής και σε περίπτωση ορθογωνικής διατομής η ελάχιστη μικρότερη πλευρά πρέπει να είναι τουλάχιστον 140 mm
- Η καμινάδα θα πρέπει να είναι ψηλότερη από την κορυφογραμμή της σκεπής, ώστε να εξασφαλίζεται ανεμπόδιτος ελκυσμός



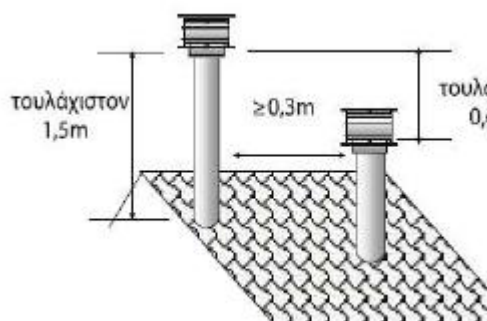
- Θα πρέπει να τοποθετηθεί κάλυμμα αντιανεμικό που να εμποδίζει την είσοδο ξένων αντικειμένων μέσα στην καμινάδα και προστασία από τα καιρικά φαινόμενα.
- Σε στέγες με κλίση μεγαλύτερη από 20% το μετρούμενο ύψος της καμινάδας από την στέγη πρέπει είναι τουλάχιστον 1000mm
- Σε περίπτωση που υπάρχουν αντικείμενα ψηλότερα από την επιφάνεια της στέγης η καμινάδα πρέπει να υπερβαίνει αυτό το ύψος τουλάχιστον κατά 1m
- Εάν υπάρχουν καμινάδες που είναι τοποθετημένες σε απόσταση μεγαλύτερη από 3m από αυτά τα στοιχεία, η διαφορά μπορεί να μειωθεί στα 0,5m
- Η σύνδεση πολλών λεβήτων στην ίδια καμινάδα δεν είναι σωστή και θα πρέπει να αποφεύγεται



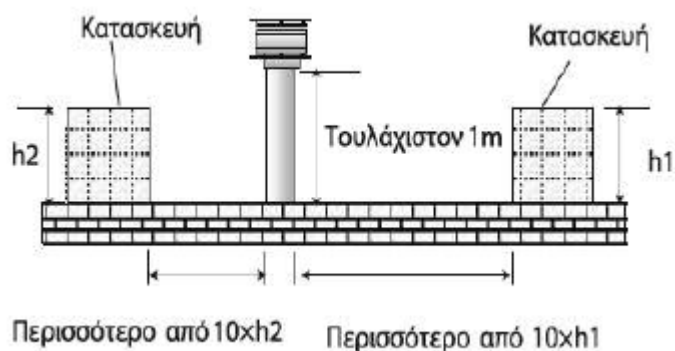
Εικόνα: Επίπεδη στέγη



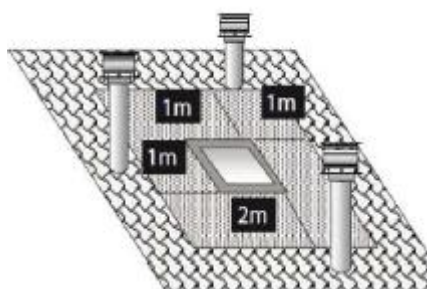
Εικόνα: Κοντά στην καπνοδόχο



Εικόνα: Επικλινής στέγη



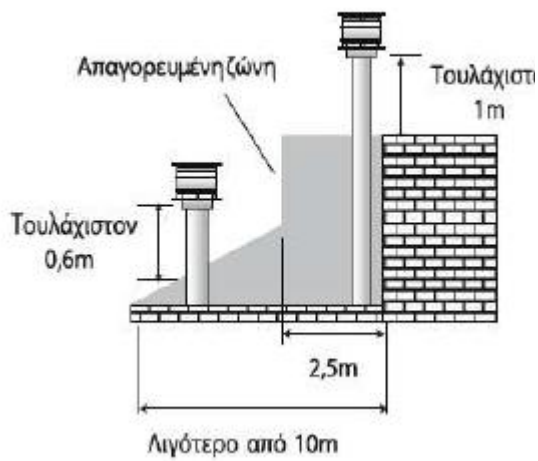
Εικόνα: Πολλαπλές κατασκευές



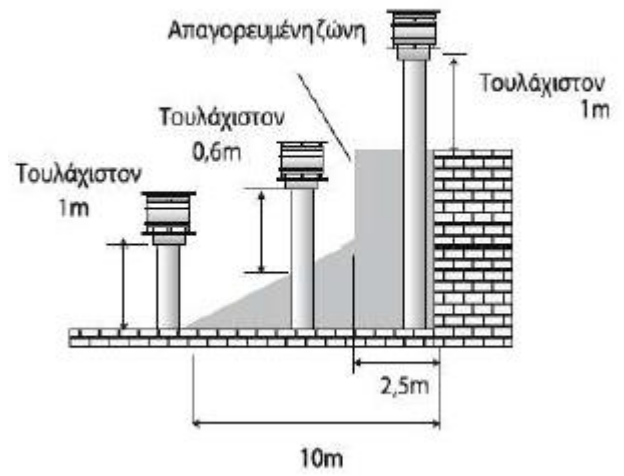
Εικόνα: Ελάχιστες αποστάσεις



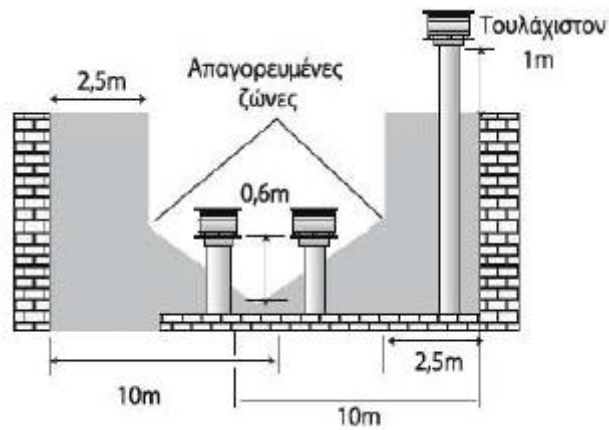
Εικόνα: Ελάχιστες αποστάσεις



Εικόνα: Ελάχιστες αποστάσεις

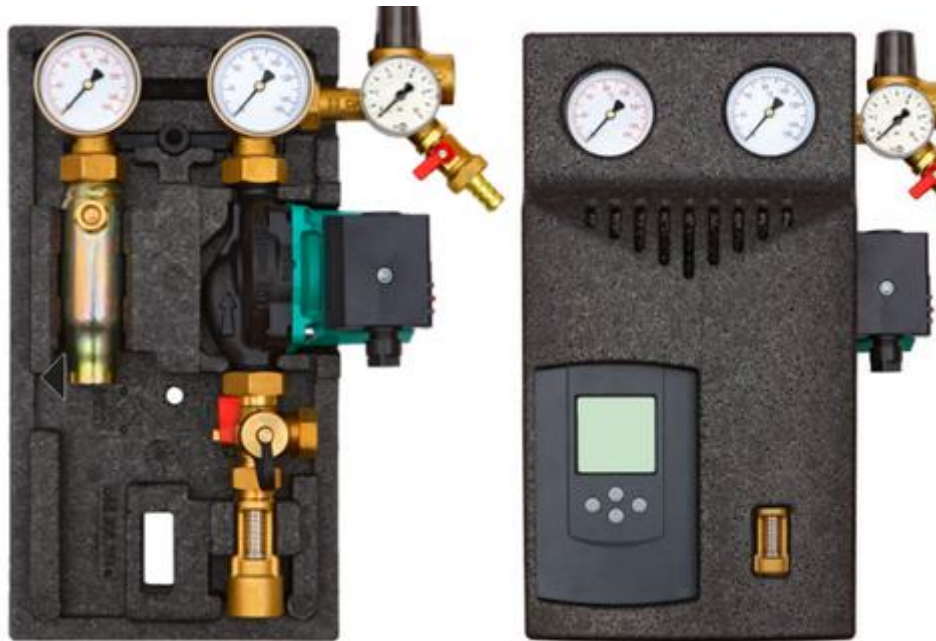


Εικόνα: Ελάχιστες αποστάσεις



## Ηλιοθερμικά

### Αντλιοστάσιο ηλιακού κυκλώματος



Εικόνα: Αντλιοστάσιο ηλιοθερμικού συστήματος

Περιλαμβάνει

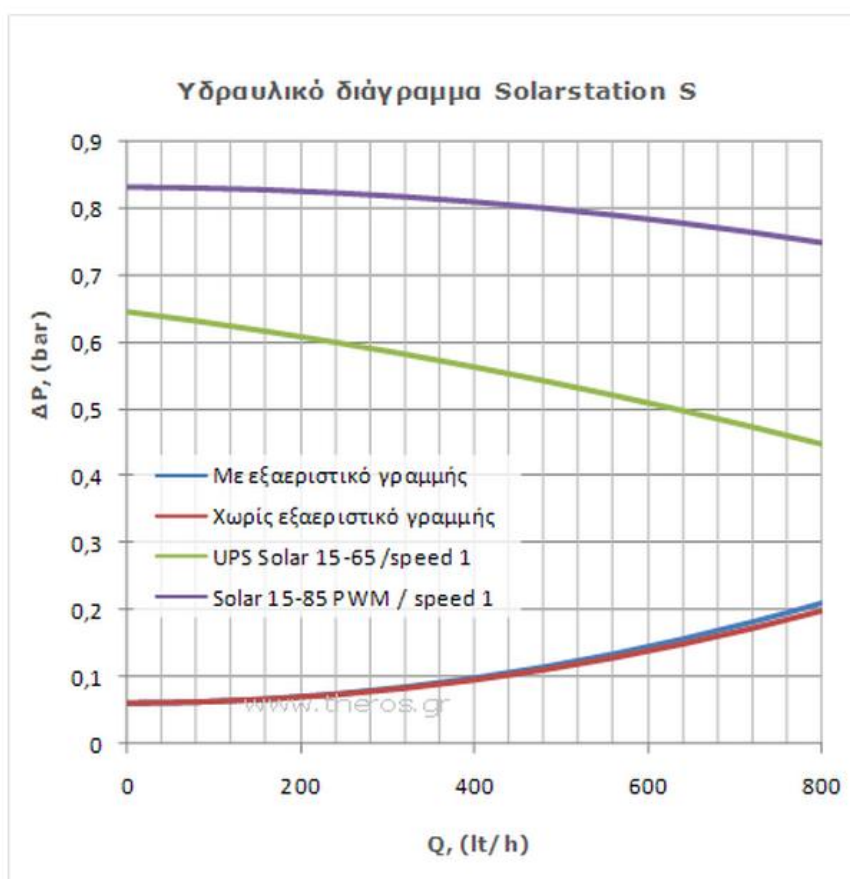
- Αντλία Solar Inverter PWM
- 2m καλώδιο σύνδεσης
- 3-διευθύνσεων σφαιρική βαλβίδα
- Ανεπίστροφες βαλβίδες
- Δύο θερμομέτρα επαφής (από 20°C-150°C)
- Βαλβίδα ασφαλείας 6 bar με πιστοποίηση TÜV
- Πιεσόμετρο (0-10 bar)
- Βάνα για γέμισμα, άδειασμα και καθαρισμό κυκλώματος
- Ροόμετρο
- Μηχανικό εξαεριστικό γραμμής
- Ρακόρ αρσενικό λαστιχοσωλήνα
- Τάπες, βίδες και ούπατ στερέωσης
- Κέλυφος μόνωσης σε δύο μέρη





Τεχνικά Στοιχεία	
DN:	25
Πάνω / Κάτω σύνδεση:	3/4" Θ
Παροχή:	1,0—13,0 lt/min
Αντλία:	Grundfos Solar 15-85 PWM signal
Αξονική απόσταση:	100 mm
Εξαρτήματα από:	Ορείχαλκο, Μόνωση EPP, γυαλί
Υλικά στεγανοποίηση:	PTFE fiber joint free of asbestos
Διαστάσεις:	Υ 385 x Π 300 x Β 185 mm
Ένδειξη Θερμοκρασίας:	από 20°C - 150°C
Θερμοκρασία λειτουργίας:	Μέχρι 120°C (για μικρή περίοδο ως 140°C)
Σημείωση:	Σύνδεση με δοχείο διαστολής 3/4" Α

Πίνακας: Τεχνικά χαρακτηριστικά



Διάγραμμα: Υδραυλικό διάγραμμα αντλιοστασίου

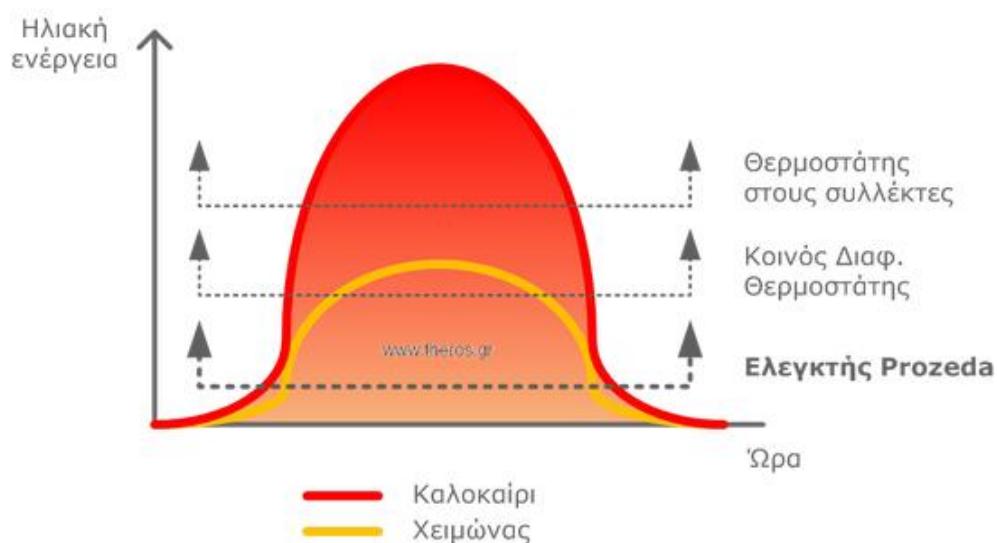
### Ψηφιακός ελεγκτής

Είναι ο εγκέφαλος του ηλιακού συστήματος. Ο βασικός τους ρόλος είναι να ενεργοποιούν τον κυκλοφορητή ώστε να μεταφερθεί η θερμική ενέργεια από τους ηλιακούς συλλέκτες στο δοχείο. Παρακολουθούν συνέχεια την θερμοκρασία τους μέσω των αντίστοιχων αισθητήριων και όταν η



Θερμοκρασία των συλλεκτών είναι μεγαλύτερη από το δοχείο ενεργοποιούν τον κυκλοφορητή. Επειδή η λειτουργία τους βασίζεται στην διαφορά ( $\Delta T$ ) των 2 θερμοκρασιών (συλλέκτες – δοχείο), ονομάζονται «διαφορικοί» θερμοστάτες. Χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 30 χρόνια στα ηλιακά συστήματα και όπως όλα έχουν εξελιχθεί σημαντικά εκτελώντας πλέον πολλαπλούς ρόλους.

- Μέγιστη δυνατή απορρόφηση ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες
- Προβάλουν τις απαραίτητες πληροφορίες στον χρήστη
- Προστασία συστήματος από υπερθέρμανση και παγετό
- Έλεγχος λέβητα, αντιστάθμισης θέρμανσης, και άλλων συστημάτων



Ψηφιακοί ελεγκτές με μεταβλητή ροή

Βασίζονται και αυτοί στην διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στους συλλέκτες και το μπόιλερ και επιπλέον:

- Οι έξυπνοι ελεγκτές της Prozeda με μικροεπεξεργαστή ελέγχουν όχι μόνο την διαφορά θερμοκρασίας αλλά και τον τρόπο που αυτή μεταβάλλεται.
- Αν διαπιστώσουν ότι οι συλλέκτες αρχίζουν να «κρυώνουν» μειώνουν την ταχύτητα της αντλίας μέχρι και το 30% της μέγιστης.
- Πετυχαίνουν έτσι την μέγιστη απόδοση του συστήματος σε όλες τις συνθήκες.
- Αποφεύγει τις παύσεις λειτουργίας του συστήματος ακόμα και τις μέρες με μέτρια ηλιοφάνεια.
- Απαραίτητο επειδή η ηλιακή ενέργεια στους συλλέκτες δεν είναι ποτέ σταθερή.
- Πετυχαίνει μεγαλύτερες τελικές θερμοκρασίες αφού μπορεί να μειώσει την ροή για να τις πετύχει.
- Διορθώνουν ως ένα βαθμό λάθη όπως μεγάλος κυκλοφορητής, μικροί συλλέκτες, κλπ.
- Συνεργάζονται και με απλούς κυκλοφορητές (δεν χρειάζεται να είναι τύπου inverter).



## Τεχνικά χαρακτηριστικά ψηφιακού ελεγκτή



- Για ένα σετ συλλεκτών και ένα δοχείο (μπόιλερ)
- Δέχεται τέσσερα (4) αισθητήρια θερμοκρασίας και ένα ροόμετρο παλμού
- Εντολή λέβητα, 2ου κυκλοφορητή, ή βαλβίδας μέσω απλού ή διαφορικού ελέγχου θερμοκρασίας, και χρονοδιακόπτη
- Δυνατότητα ελέγχου του κυκλοφορητή των ηλιακών με προτεραιότητα την επίτευξη θερμοκρασίας στόχου για το δοχείο
- Λειτουργία για συλλέκτες κενού (vacuum tube collectors)
- Μέχρι δύο (2) λειτουργίες Multi-Function Controller (MFC) με 3 επιλογές "ψύξη/θέρμανη
- Προστασία δεξαμενής από υπερβολική θερμοκρασία
- Ρύθμιση ΔΤ έναρξης
- Ρύθμιση ΔΤ παύσης
- Αναλογικός έλεγχος της ταχύτητας της αντλίας (απλός, Inverter 0-10V, Inverter PWM)
- Προστασία συλλεκτών από υπερθέρμανση
- Αποθέρμανση μπόιλερ
- Ωρομετρητής
- Ενδείξεις μέγιστων & ελάχιστων θερμοκρασιών συστήματος
- Δυνατότητα σύνδεσης ψηφιακού ροόμετρου με ένδειξη παλμού
- Αντιαπαγωγική προστασία
- Δυνατότητα λειτουργίας συστημάτων Drain Back
- Καταγραφή δεδομένων σε κάρτα microSD
- Δυνατότητα μελλοντικής αναβάθμισης λογισμικού μέσω κάρτας microSD
- Σώσιμο / ανάκτηση ρυθμίσεων σε κάρτα microSD
- Προαιρετικά παρακολούθηση και έλεγχος μέσω Internet
- Ευανάγνωστη φωτιζόμενη οθόνη LCD πολλαπλών ενδείξεων
- Αυτόματος έλεγχος αισθητηρίων — λειτουργιών
- Ένδειξη βλαβών μέσω συμβόλων



- Αποθήκευση όλων των ρυθμιζόμενων τιμών ακόμη και στη περίπτωση διακοπής ρεύματος
- Μέτρηση του θερμοκρασίας στο πάνω μέρος της δεξαμενής ή άλλο σημείο με το 3ο αισθητήριο
- Μέτρηση της παραγωγής ενέργειας με την χρήση έξτρα αισθητήρων (μόνο για συστήματα σταθερής ροής)

### Δοχείο αδρανείας



Δοχεία για την αποθήκευση και την διανομή θερμότητας για κατοικίες και κτήρια. Με μόνωση πάχους 10 cm, και εναλλάκτη ηλιακών μεγάλης επιφάνειας. Ιδανικά για την βελτίωση της απόδοσης σε συστήματα ζεστού νερού, θέρμανσης, και ψύξης.

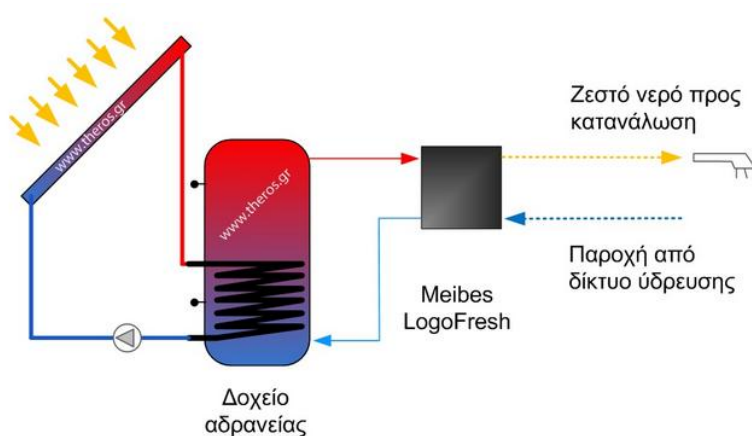
- Κατασκευασμένο από ατσάλι S235JR με αντιδιαβρωτική βαφή εξωτερικά.
- Αντοχή σε πίεση ως 3 bar.
- Μικρές απώλειες θερμότητας λόγω της μόνωσης από μαλακό αφρό πολυουρεθάνης με πάχος 10 cm.
- Εναλλάκτης ηλιακών μεγάλης επιφάνειας.
- Η ηλεκτρική αντίσταση δεν έρχεται σε επαφή με το ZNX και έτσι δεν διαβρώνεται από άλατα.



Μοντέλο		DA 2000
Όγκος	lt	2000
Διάμετρος χωρίς/με μόνωση	mm	1150/1350
Υψος χωρίς/με μόνωση	mm	2200/2250
Ελάχιστο ύψος εγκατάστασης	mm	2350
Επιφάνεια / όγκος εναλλάκτη ηλιακών S1	m <sup>2</sup> /lt	4,0 / 24,6
Μέγιστη πίεση / θερμοκρασία εναλλάκτη ηλιακών S1	bar/°C	16 / 110
Μέγιστη πίεση / θερμοκρασία δοχείου αδρανείας	bar/°C	3 / 95
Προτεινόμενο μέγεθος λέβητα	kW	36 - 67
Αισθητήριο θερμοκρασίας 1/2"	A	920
Ηλεκτρική αντίσταση 1 1/2"	B	1170
Αισθητήριο θερμοκρασίας 1/2"	C	1690
Σύνδεση 1 1/2"	D	2200
Σύνδεση 1 1/2"	E	1820
Σύνδεση 1 1/2"	F	-
Αισθητήριο θερμοκρασίας 1/2"	G	1590
Σύνδεση 1 1/2"	H	1420
Σύνδεση 1 1/2"	J	1170
Σύνδεση 1/2", 1 1/2"	K	-
Εναλλάκτης ηλιακών S1 1"	L	980
Σύνδεση 1 1/2"	M	735
Αισθητήριο θερμοκρασίας 1/2"	N	500
Εναλλάκτης ηλιακών S1 1"	O	380
Σύνδεση 1 1/2"	P	230
Βάρος	Kg	424

Πίνακας: Τεχνικά Χαρακτηριστικά

### Παραγωγός φρέσκου ζεστού νερού



Είναι ταχυθερμαντήρες που παράγουν στιγμιαία ζεστό νερό μόλις υπάρχει ζήτηση. Για πηγή ενέργειας χρησιμοποιούν ζεστό νερό συνήθως από κάποιο δοχείο αδρανείας. Τα Meibes LogoFresh είναι η





καλύτερη λύση για την υγιεινή και οικονομική παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (Z.N.X.) νερού για μονοκατοικίες και κτήρια με δοχεία αδρανείας.

Έχουν δυνατότητα για στιγμιαία παραγωγή ZNX έως και 45 lt/min. Για υψηλότερες παροχές μπορούν να συνδεθούν επιπλέον LogoFresh. Λειτουργεί ως ταχυθερμαντήρας και ζεσταίνει το νερό χρήσης την στιγμή που θα το χρειαστούμε. Η διαδικασία γίνεται κατά την κίνηση του νερού σε υψηλή ταχύτητα μέσα από τον ανοξείδωτο πλακοειδή εναλλάκτη του.

Αντίθετα, στα κοινά μπόιλερ Z.N.X. και ηλιακούς θερμοσίφωνες το νερό μένει στάσιμο και δημιουργείται «λάσπη» στο εσωτερικό τους. Έτσι μπορούν να δημιουργηθούν οι συνθήκες για την ανάπτυξη βακτηριδίων με σοβαρότατες επιπτώσεις στην υγεία μας όπως η Λεγεωνέλλα. Επιπλέον παρέχουν μέγιστη προστασία από τα άλατα. Σε αντίθεση με όλες τις άλλες λύσεις (όπως μπόιλερ, tank-in-tank, δοχεία αδρανείας με σερπαντίνα ZNX) το ζεστό νερό δεν παράγεται μέσα στο δοχείο. Έτσι προστατεύουμε το πιο ακριβό κομμάτι της εγκατάστασης. Η όποια επικάλυψη αλάτων γίνεται σε ένα εξωτερικό εναλλάκτη ο οποίος είναι σχετικά εύκολο να καθαριστεί ή και να αλλαχτεί με χαμηλό κόστος και πολύ γρήγορα. Επιπλέον σε αντίθεση με όλες τις άλλες λύσεις μπορούμε να μειώσουμε σημαντικά την επικάλυψη αλάτων αφού με την χρήση της ενσωματωμένης ρυθμιστικής βαλβίδας ή την προαιρετική βαλβίδα προστασίας μπορούμε να ρυθμίσουμε την θερμοκρασία παραγωγής του ZNX ανεξάρτητα από την θερμοκρασία αποθήκευσης στο δοχείο μας.



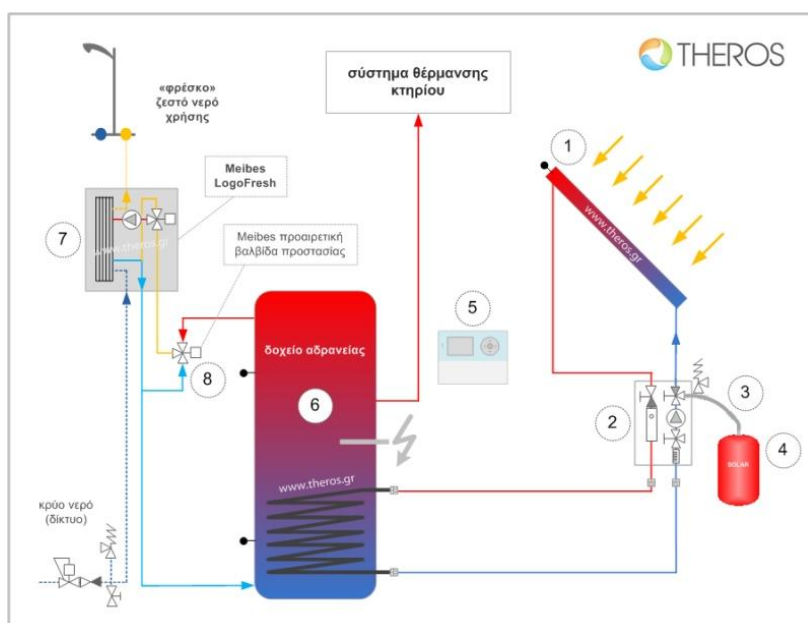
#### Περιλαμβάνει

- Μονωτικό κέλυφος από διογκωμένη πολυστερίνη
- Ανοξείδωτο πλακοειδή εναλλάκτη με μόνωση
- Αντλία Wilo Yonos Para 15/6 για το πρωτεύον κύκλωμα
- Μηχανικό εξαεριστικό για το πρωτεύον κύκλωμα
- Ανεπίστροφη βαλβίδα στο πρωτεύον κύκλωμα
- Θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας του παραγόμενου ZNX
- Απολύμανση λεγεωνέλας
- 4 τεμ. σφαιρικές βαλβίδες 1"



Τεχνικά Στοιχεία	
Συνδέσεις ζεστού & κρύου νερού:	1" Θ - Ανακυκλοφορία 3/4"
Πίεση λειτουργίας νερού θέρμανσης:	3 bar
Πίεση λειτουργίας κρύου νερού δικτύου:	6 bar
Μεγίστη θερμοκρασία ζεστού νερού από μπόιλερ:	Μέχρι 110°C
Προστασία ηλεκτή:	IP 54
Βάρος:	12 Kg
Ρεύμα λειτουργίας:	230 VAC/50Hz
Διαστάσεις:	Υ 735 x Π 500 x Β 355 mm

Πίνακας: Τεχνικά χαρακτηριστικά



Σχέδιο: Βασικό σχέδιο σύνδεσης

## Φωτοβολταικά ΠΠΕ

Mechanical data	
Cell	Monocrystalline (156.5 mm) <sup>2</sup> silicon solar cell
Quantity and wiring of cells	60 in series
Dimensions	1,652 × 994 × 46 mm (1.64 m <sup>2</sup> )
Weight	19 kg
Connection type	Cable with plug connector (MC-3)



Limit values		
Operating temperature (cell)	– 40 to + 90	°C
Storage temperature		
Storage air humidity (relative)	up to 90	%
Maximum system voltage	1,000	V DC
Maximum mechanical load	2,400	N/m <sup>2</sup>
Over-current protection	15	A

Electrical data			
NU-E245 (J5)			
Maximum power	$P_{max}$	245 W <sub>p</sub>	
Open-circuit voltage	$V_{OC}$	37.5	V
Short-circuit current	$I_{SC}$	8.73	A
Voltage at point of maximum power	$V_{mpp}$	30.5	V
Current at point of maximum power	$I_{mpp}$	8.04	A
Module efficiency	$\eta_m$	14.9	%
NOCT		47.5	°C
Temperature coefficient – open-circuit voltage	$\alpha V_{OC}$	– 130	mV / °C
Temperature coefficient – short-circuit current	$\alpha I_{SC}$	+0.053	% / °C
Temperature coefficient – power	$\alpha P_{max}$	– 0.485	% / °C

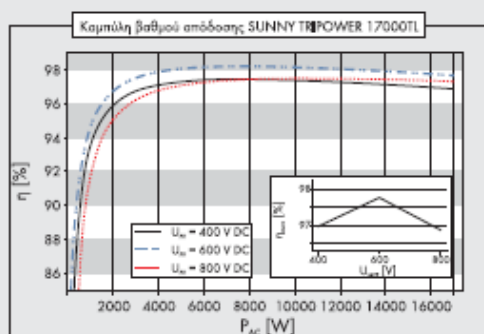
Πίνακες: Τεχνικά χαρακτηριστικά Πάνελ

Τα παραπάνω ισχύουν για τις τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου λειτουργίας των πλαισίων, δηλαδή για ηλιακή ακτινοβολία 1.000W/m<sup>2</sup> και θερμοκρασία 25°C. Τα πλαίσια ενσωματώνουν παρακαμπτήριες διόδους, οι οποίες περιορίζουν τις απώλειες ισχύος στην περίπτωση μερικής



σκίασης, καθώς και αντί-ανακλαστική επικάλυψη.

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 17000TL
<b>Είσοδος (DC)</b>				
Μέγιστη ισχύς DC (@ $\cos \varphi = 1$ )	10200 W	12250 W	15340 W	17410 W
Μέγιστη τάση DC	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Εύρος τάσης σημείου μέγιστης ισχύος (MPP)	320 V – 800 V	380 V – 800 V	360 V – 800 V	400 V – 800 V
Ονομαστική τάση DC	600 V	600 V	600 V	600 V
Ελάχιστη τάση DC / Τάση εκκίνησης	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου / ανά στοιχείο σειράς	A: 22 A, B: 11 A / 33 A	A: 22 A, B: 11 A / 33 A	A: 33 A, B: 11 A / 33 A	A: 33 A, B: 11 A / 33 A
Αριθμός ανεγερτών MPP / Στοιχεία σειράς ανά ανεγερτή MPP	2 / A: 4, B: 1	2 / A: 4, B: 1	2 / A: 5, B: 1	2 / A: 5, B: 1
<b>Έξοδος (AC)</b>				
Ονομαστική ισχύς AC (@ 230 V, 50 Hz)	10000 W	12000 W	15000 W	17000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	10000 VA	12000 VA	15000 VA	17000 VA
Ονομαστική τάση, περιοχή τάσεων AC	3 / N / PE, 230 V / 400 V, 160 V – 280 V	3 / N / PE, 230 V / 400 V, 160 V – 280 V	3 / N / PE, 230 V / 400 V, 160 V – 280 V	3 / N / PE, 230 V / 400 V, 160 V – 280 V
Συχνότητα δικτύου, εύρος AC	50, 60 Hz, -6 Hz, +5 Hz	50, 60 Hz, -6 Hz, +5 Hz	50, 60 Hz, -6 Hz, +5 Hz	50, 60 Hz, -6 Hz, +5 Hz
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	16 A	19,2 A	24 A	24,6 A
Συντελεστής ισχύος [ $\cos \varphi$ ]	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης / Power Balancing	3 / 3 / –	3 / 3 / –	3 / 3 / –	3 / 3 / –
<b>Βαθμός απόδοσης</b>				
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Euro-Eta (EBA)	98,1 % / 97,7 %	98,1 % / 97,7 %	98,1 % / 97,7 %	98,1 % / 97,7 %
<b>Διατόξεις προστασίας</b>				
Προστασία από αντιστροφή πόλων DC / προστασία από ανάστροφη τάση	● / ηλεκτρονικές	● / ηλεκτρονικές	● / ηλεκτρονικές	● / ηλεκτρονικές
Αποζεύκτης φορτίου DC ESS	●	●	●	●
Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC	●	●	●	●
Επιτήρηση βραχυκυκλώματος προς τη γη	●	●	●	●
Επιτήρηση δικτύου [SMA grid watch]	●	●	●	●
Γαλβανική απομόνωση / μονάδα επιτήρησης ρεύματος σφάλματος ευαίσθητη σε όλα τα ρεύματα	–/●	–/●	–/●	–/●
Απαγωγός υπέρτασης DC (τύπου II)	○	○	○	○
Εντοπισμός βλάβης στοιχείο-σειράς	●	●	●	●
Κατηγορία προστασίας / Κατηγορία υπέρτασης	I / III	I / III	I / III	I / III
<b>Γενικά χαρακτηριστικά</b>				
Διαστάσεις (Π / Υ / Β) σε mm	665 / 690 / 265	665 / 690 / 265	665 / 690 / 265	665 / 690 / 265
Βάρος	65 kg	65 kg	65 kg	65 kg
Εύρος πριόν θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Εκπομπή θορύβου, τυπική	www.SMA-Solar.com	www.SMA-Solar.com	www.SMA-Solar.com	www.SMA-Solar.com
Ιδία κατανάλωση (νύχτα)	1 W	1 W	1 W	1 W
Τοπολογία	Χωρίς μετασχηματιστή	Χωρίς μετασχηματιστή	Χωρίς μετασχηματιστή	Χωρίς μετασχηματιστή
Τρόπος ψύξης	OptiCool	OptiCool	OptiCool	OptiCool
Είδος προστασίας ηλεκτρονικού συστήματος / Περιοχή σύνδεσης (κατά το πρότυπο IEC 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Κατηγορία κλίματος (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H	4K4H
<b>Εξοπλισμός</b>				
Σύνδεση DC: SUNCLIX	●	●	●	●
Σύνδεση AC: Καλωτιός συνδέσεως / Ελεγκτής συνδέσεως	–/●	–/●	–/●	–/●
Οθόνη: Γραμμή καμπύλης / Γραφικά	–/●	–/●	–/●	–/●
Διαστάσεις: RS485 / Bluetooth®	○/●	○/●	○/●	○/●
Εγγύηση: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Πιστοποιητικά και εγκρίσεις (παρασώψα κατά την απόδοση)	CE, VDE 0126-1-1, DK 5940, GB3/1-1, IFC, AS4777, EN 50438*, C10/C11, IEC 61727			
* Δεν ισχύει για όλα τα εθνικά προσαρτήματα του προτύπου EN 50438				
● Βασικός εξοπλισμός ○ Προαιρετικά – Δεν διατίθεται				
Προαιρετικά στοιχεία, κατάσταση Μάρτιος 2010 – Στοιχεία με ονομαστικές συνθήκες				
Χειρισμός	STP 10000TL-10	STP 12000TL-10	STP 15000TL-10	STP 17000TL-10



#### Εξαρτήματα



Διαστάτης RS485  
DM485CB-10



Απαγωγός υπέρτασης DC  
Τύπος II, είσοδος A  
DCSPD KIT1-10



Απαγωγός υπέρτασης DC  
Τύπος II, είσοδος A  
DCSPD KIT2-10

Πίνακας: Τεχνικά Χαρακτηριστικά inverter

## Κατάσταση Περιβάλλοντος

### Περιοχή μελέτης



Το υπό μελέτη έργο πρόκειται να εγκατασταθεί σε έκταση συνολικού εμβαδού 4.400 τ.μ. Η περιοχή της θέσης εγκατάστασης βρίσκεται στη θέση Γουβερνέτο Ακρωτηρίου που υπάγεται διοικητικά στο Δήμο Χανίων Περιφέρειας Κρήτης.



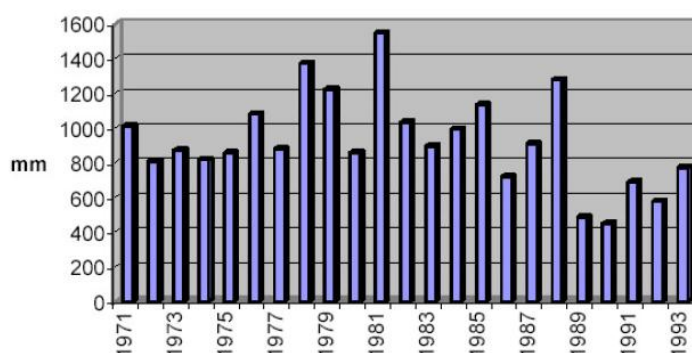
### Μη βιοτικά χαρακτηριστικά

### Κλιματολογικά και βιοκλιματολογικά χαρακτηριστικά

#### ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ

Σύμφωνα με το βροχομετρικό χάρτη της Κρήτης (Πέννας 1977), τα νότια τμήματα δέχονται βροχοπτώσεις της τάξης των 600 – 800 χιλιοστ. ανά έτος. Το κεντρικό και βόρειο όμως τμήμα της περιοχής δέχεται σημαντικές βροχοπτώσεις που κυμαίνονται από 800 έως και 1400 χιλιοστά (το βορειότερο). Από τα βροχομετρικά στοιχεία (Σχήμα), που αντιπροσωπεύει σε ένα ικανοποιητικό βαθμό την περιοχή μελέτης, φαίνεται ότι ο μέσος όρος βροχόπτωσης είναι γύρω στα 900 χιλιοστ. και ότι οι πιο ξηρές περίοδοι ήταν αυτές των ετών 1989-1992, όπου οι βροχοπτώσεις ήταν γύρω στα 500 χιλιοστ. Όσον αφορά στις μέσες μηνιαίες τιμές, φαίνεται ότι κατά τους θερινούς ξηρούς μήνες υπάρχουν συνήθως κάποιες βροχοπτώσεις, με τη μορφή θερινών καταιγίδων. Αυτό φαίνεται και από το όμβρο-θερμικό διάγραμμα (Σχήμα), όπου πράγματι οι θερινοί μήνες, εκτός ίσως του Αυγούστου, παρουσιάζουν μια μικρή ποσότητα βροχοπτώσεων.

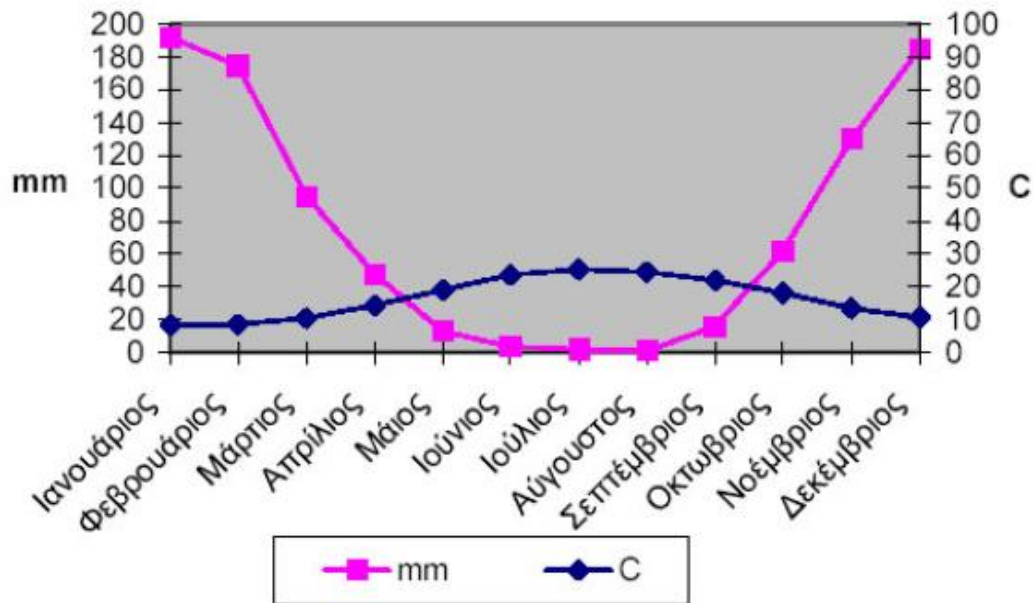
#### Μέση ετήσια Βροχόπτωση



#### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 8,4° έως 25,4ο C, ενώ το Ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος φτάνει στους 17ο C. Η μέγιστη μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασιών φτάνει τους 28ο C (Ιούλιος 1990), ενώ η ελάχιστη μέση μηνιαία τιμή τους 2,5ο C (Ιανουάριος 1974). Έτσι, η μέση ετήσια θερμοκρασία θα πρέπει να κυμαίνεται γύρω στους 16,6ο C.





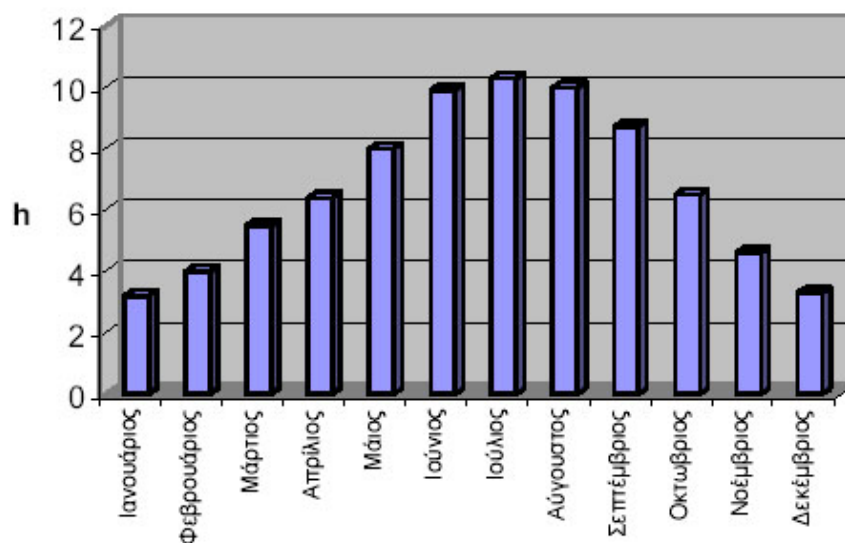
Εικόνα: Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής

#### ΑΝΕΜΟΙ

Σύμφωνα λοιπόν με στοιχεία φαίνεται ότι καθ' όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους επικρατούν κυρίως βόρειοι άνεμοι και μόνο κατά την περίοδο Απριλίου έως Ιουνίου δυτικοί. Κατά το μήνα Φεβρουάριο υπερσχύουν οι νοτιοανατολικοί άνεμοι. Οι βόρειοι, όσο και οι δυτικοί άνεμοι έχουν συνήθως μεγάλη ένταση.

#### ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ

Η μέση ετήσια ανά ημέρα διάρκεια της ηλιοφάνειας είναι 6,7 ώρες, ενώ από τον Μάιο μέχρι και το Σεπτέμβρη η μέση ημερήσια διάρκεια είναι περισσότερη των 7 ωρών.



Εικόνα: Μέση ημερήσια ηλιοφάνεια περιοχής

#### Μορφολογικά και τοπολογικά χαρακτηριστικά





Το ανάγλυφο του εδάφους της υπό μελέτη περιοχής δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, είναι ήπιο με κλίσεις του εδάφους που κυμαίνονται από 2%-6%. Το τοπίο αποτελείται κυρίως από βοσκοτόπια καθώς και εκτάσεις με θαμνώδη φυτά που αποτελούσαν παλαιότερα γεωργική γη. Το έδαφος είναι βραχώδες και ημιβραχώδες σε αρκετά σημαντικό βάθος.

### **Εδαφολογικά χαρακτηριστικά, Γεωλογική δομή - τεκτονικός ιστός**

Το έργο αναπτύσσεται σε γεωλογικό υπόβαθρο το οποίο ανήκει στο τεκτονικό κάλυμμα της φυλλιτικής – χαλαζιτικής ενότητας. Το κάλυμμα αποτελείται από μία ενότητα πετρωμάτων πολύ χαμηλής έως χαμηλής μεταμόρφωσης στην οποία επικρατούν οι μαρμαρυγικοί – ανθρακικοί σχιστόλιθοι, σε σερικιτικοί – χλωριτικοί φυλλίτες και χαλαζιακοί μεταψαμμίτες (χαλαζίτες). Η ηλικία της ενότητας αυτής με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα προσδιορίζεται στο Πέρμιο – Άνω τριαδικό, το δε πάχος της μπορεί να υπερβαίνει τα 1500μ.

Ο τεκτονικός ιστός της περιοχής όπως άλλωστε και ολόκληρης της Νότιας Ευρώπης είναι δημιουργημα του Αλπικού γεωτεκτονικού κύκλου. Δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια των τεκτογενετικών διεργασιών της Αλπικής ορογένεσης (ιζηματογένεση, πτύχωση, μεταορογενετική ανύψωση). Μετά το τέλος των αλπικών πτυχώσεων (αρχή Τορτόνιου), ακολούθησαν νεοτεκτονικές κινήσεις και νεογενή ιζήματα κάλυψαν σε μεγάλη έκταση τις αλπικές και προαλπικές δομές.

Οι Ελληνικές οροσειρές ανήκουν στο Δειναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος, υποδιαιρούνται σε γεωτεκτονικές ζώνες, καθεμία από τις οποίες συνίσταται από ορισμένη στρωματογραφική διαδοχή των ιζημάτων της, από τους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες της και από την ιδιαίτερη τεκτονική συμπεριφορά της, στοιχεία γενικά που εξαρτώνται από την παλαιογεωγραφική θέση της. Η Κρήτη βρίσκεται στο νότιο άκρο του Ελληνικού τόξου και ιδιαίτερα στο ενεργό τμήμα του.

### **Σεισμικότητα περιοχής**

Το σύνολο της νήσου Κρήτης ευρίσκεται στο σημείο όπου η Ευρωπαϊκή πλάκα συναντά την αφρικανική πλάκα και το σεισμικό τόξο της Δυτικής Ελλάδος συναντά το αντίστοιχο νότιο τόξο, το οποίο προεκτείνεται μέχρι την Μικρά Ασία. Στα δύο άκρα της περιοχής μελέτης (Παλαιόχωρα και Κίσαμος) έχουν εντοπιστεί επίκεντρα σεισμών, τα οποία δίνουν σεισμούς της τάξεως των 5 – 6.5 βαθμών της κλίμακας Richter. Στο βιβλίο του «Οι Σεισμοί της Ελλάδος» ο Β. Παπαζάχος αναφέρει τους παρακάτω μεγάλους σεισμούς στην περιοχή, η οποία εξεπηρεάζεται βεβαίως και από τους σεισμούς που έχουν επίκεντρο την υπόλοιπη Κρήτη, τα Κύθηρα και τη ΝΑ Πελοπόννησο και βέβαια τον υποθαλάσσιο χώρο της περιοχής.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΠΙΚΕΝΤΡΟ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΜS
11-9-1977	ΚΑΣΤΕΛΙ	6,3
29-11-1973	ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ	6,0
4-5-1972	ΚΑΝΤΑΝΟΣ	6,5
9-4-1965	ΚΑΝΤΑΝΟΣ	6,1
26-6-1962	ΔΥΤ. ΚΡΗΤΗ	6,2

Εικόνα: Πίν. ΚΥΡΙΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

Το επίκεντρο όλων των σεισμικών αυτών δονήσεων ευρίσκεται στο υποθαλάσσιο χώρο και σε βάθος, το οποίο συνήθως δεν έχει δραματικές συνέπειες για την περιοχή.

### **Φυσικό περιβάλλον**

#### **Γενικά στοιχεία**



Βασικό στοιχείο του προτεινόμενου χώρου είναι η τυπική παρουσία κοινών φυτών μη προστατευμένων τόσο εντός του γηπέδου όσο και στην ευρύτερη περιοχή ακτίνας 1km.

### Περιγραφή του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης

Η επικρατούσα βλάστηση στην περιοχή όπου βρίσκεται η υπό μελέτη έκταση κυριαρχείται από συνήθη χαμηλή βλάστηση του Νομού, κυρίως δε κουμαριές και πουρνάρια. Η χλωρίδα της περιοχής δεν χαρακτηρίζεται από έντονη βιοποικιλότητα καθώς ούτε και η πανίδα της όπως φαίνεται και στους χάρτες φυσικών ενδιαιτημάτων και χρήσεων γης.

#### Χλωρίδα και Πανίδα

Στην περιοχή εγκατάστασης δεν υπάρχουν μεγάλες δασικές εκτάσεις, παρά μόνο μεμονωμένα αυτοφυή δένδρα όπως, κουκουναριές (*Pinus pinea*), ενώ υπάρχουν και αραιές θαμνώδεις εκτάσεις με σχίνους (*Pistacia lentiscus*) και πουρνάρια (*Quercus coccifera*). Η βλάστηση της περιοχής μελέτης είναι κυρίως θαμνώδης καθότι λειτουργεί ως εγκαταλελειμμένη γεωργική γή). Από την κατασκευή και λειτουργία του έργου δεν αναμένεται να επηρεαστεί η χλωρίδα της περιοχής μελέτης.

Στην περιοχή μελέτης, η βιοποικιλότητα της πανίδας είναι υποβαθμισμένη λόγω έλλειψης δασικών καταφυγίων άγριας πανίδας. Στην περιοχή απαντάται η συνήθης πανίδα, δηλαδή από θηλαστικά υπάρχουν μόνο σκύλοι, γάτες, ερπετά κτλ. ενώ σπανιότερα θα συναντήσει κανείς πληθυσμούς λαγών (*Lepus europaeus*) και σκαντζόχοιρων (*Erinaceus concolor*).

Όσον αφορά την орnιθοπανίδα της περιοχής, εμφανίζονται συνήθως δεκαοκτούρες (*Streptopelia decaocto*) όπως και διάφορα άλλα είδη πουλιών (κυρίως χαραδριόμορφα) όπως σπουργίτια (*Passer sp.*), χελιδόνια (*Hirundo sp.*), φλώροι (*Carduelis chloris*), καρδερίνες (*Carduelis carduelis*), σπίνοι (*Fringillacoerebs*), αηδόνια (*Luscinia megarhynchos*), ο γκιώνης (*Otus scops*), καρακάξες (*Pica pica*) και κουκουβάγιες (*Athene noctua*).

Από την κατασκευή και λειτουργία του έργου δεν αναμένεται να επηρεαστεί αρνητικά η πανίδα της περιοχής μελέτης. Αντιθέτως η προβλεπόμενη δεξαμενή όμβριων μπορεί να αποτελέσει πόλο έλξης μικρών θηλαστικών και πτηνών, τα οποία θα πίνουν από την δεξαμενή αλλά και να ξεκουράζονται κάτω από τις συστοιχίες των φωτοβολταϊκών.

#### Ερπετά

Χελώνα (*Testudo marginata*), Σαμιαμίδι (*Tarentola mauritanica* – *Hemidactylus turcicus* - *Cyrtodactylus kotschy*), Τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*), Πρασινόσαυρα (*Lacerta trilineata*), Κόλισταυρα (*Podarcis erhardii*), Δενδρογαλιά (*Coluber gemonensis gemonensis*), Αγιόφιδο ή Όφης (*Telescopys fallax*), Λιακόνι (*Ablepharus kitaibeli fabichi*)

#### Θηλαστικά

Συναντώνται κυρίως λαγοί (*Lepus europaeus*), διάφορα είδη ποντικών (*Talpa europaea*, *Rattus rattus*, *Mus musculus*), το Κρητικό κουνάβι (*Martes foina bunita*), σκαντζόχοιροι (*Erinaceus concolor*), μικρές νυχτερίδες (*Myotis oxygnatus*),

ο ασβός ή άρκαλος (*Meles meles arcalus*)

Πτηνά (αναφέρονται μόνιμοι κάτοικοι που έχουν συχνές εμφανίσεις)

Κίσσα (*Garrulus glandarius*), Γεράκι (*Falco eleonore*), Κουκουβάγια, Κοράκι (*Corvus corax*), Σπίνος (*Fringilla coelebs*), Κουρούνα (*Corvus corone*).

#### Ανθρωπογενές περιβάλλον

#### Χωροταξικός σχεδιασμός - Χρήσεις γης



Το προτεινόμενο γήπεδο εγκατάστασης του σταθμού δεν υπάγεται σε «Ζώνες Απόλυτης Προστασίας» ή «Ζώνες Προστασίας». Βασικές χρήσεις στη περιοχή είναι οι κτηνοτροφικές ενώ δεν υπάρχει κάποιος νομοθετικός περιορισμός ως προς την εγκατάσταση ηλιακού σταθμού. Στοιχεία από χάρτη χρήσεων γης.

## **Φυτική Παραγωγή**

### **Ελαιοκομία**

Το βασικότερο προϊόν που παράγεται στην περιοχή είναι το λάδι, διαμορφώνει το αγροτικό εισόδημα κατά 60 – 70 %.Κύρια οι καλλιέργειες ελιάς διακρίνονται σε δύο ποικιλίες. Η ΛΙΑΝΟΛΙΑ (ψιλολιά ή ψιλή) απαντάται στις ημιορεινές και πεδινές ζώνες. Είναι παραγωγική (ο ελαιόκαρπος έχει περιεκτικότητα σε λάδι 20 – 25 %), ανθεκτική στις ξηρασίες, αξιποιεί επικλινή και μικρής γονιμότητας εδάφη.

Η ΤΣΟΥΝΑΤΗ ευδοκιμεί στην ορεινή ζώνη είναι παραγωγική (περιεκτικότητα ελαιοκάρπου σε λάδι 24-27%), έχει προσαρμοστεί στο μεγάλο υψόμετρο, αναπτύσσει δένδρα μεγάλου μεγέθους, είναι ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες

του χειμώνα.

### **Αμπελουργία**

Η αμπελουργία είναι η τρίτη σε θέση καλλιέργεια στην περιοχή. Μαζί με την ελιά αποτέλεσε τον άριστο συνδυασμό γεωργικών εκμεταλλεσεων που αξιοποίησε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα ξηρικά εδάφη της περιοχής.

### **Κτηνοτροφία**

Στην περιοχή η κυρίαρχη μορφή της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης είναι η αιγοπροβατοτροφία και ιδιαίτερα η οικόσιτη και η ποιμενική. Η αιγοπροβατοτροφία καλύπτει το 76.68% του συνολικού ζωικού υποστατικού. Αντίθετα η εκτροφή των παραπάνω ζώων γίνεται από κάθε γεωργική εκμετάλλευση για την ικανοποίηση σε κτηνοτροφικά προϊόντα των αναγκών της. Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει η μελισσοκομία. Κι αυτό γιατί η περιοχή χαρακτηρίζεται από ποιοτικά ανώτερη μελισσοτροφική χλωρίδα. Στην περιοχή εκτρέφονται λισσοσμήνη σε ευρωπαϊκές κυψέλες.

Αύξηση παρατηρήθηκε επίσης στην ποιμενική και στη νομαδική αιγοτροφία. Η αύξηση αυτή πρέπει να αποδοθεί στην εξισωτική αποζημίωση που δίνεται στους κατοίκους των ορεινών και μειονεκτικών κοινοτήτων, στην οικονομική ενίσχυση των αιγών και επιλέξιμων προβάτων και στην επιχορήγηση των κτηνοτρόφων τα ποίμνια των οποίων συμμετέχουν στα προγράμματα ελέγχου γαλακτοπαραγωγής.

### **Πιέσεις στο περιβάλλον από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες**

Η πιο σημαντική απειλή για το οικοσύστημα της περιοχής είναι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, που μεταξύ άλλων έχουν να κάνουν με την ανεξέλεγκτη γεωργία στην ευρύτερη περιοχή, τη μη ορθολογική χρήση του νερού, την υπερβόσκηση και την αυθαίρετη δόμηση.

Η γεωργία συχνά χαρακτηρίζεται από την αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, εκδάσωση, και καταστροφή των φυσικών βιοτόπων για την εξάπλωση της καλλιεργήσιμης γης. Παρόμοια προβλήματα υπάρχουν και στις περιοχές που παρατηρείται τουριστική δραστηριότητα καθώς η δημιουργία νέων υποδομών όπως δρόμοι, κατασκηνώσεις κλπ. επηρεάζουν αρνητικά το οικοσύστημα. Απόβλητα από τις βιοτεχνίες αλλά κυρίως από τις τουριστικές υποδομές μολύνουν την περιοχή και επηρεάζουν τους πληθυσμούς ψαριών, αμφίβιων, θηλαστικών και πτηνών. Η εσκεμμένη, και μη, πρόκληση πυρκαγιάς είναι μια ακόμη σημαντική απειλή για το οικοσύστημα της περιοχής ενώ το μη ελεγχόμενο κυνήγι στην περιοχή αποτελεί απειλή για την πανίδα.

### **Ατμοσφαιρικό περιβάλλον**

Οι άνεμοι στην περιοχή έχουν κυρίως κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο και δεν επηρεάζουν την περιοχή από την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών



## **Ακουστικό περιβάλλον, δονήσεις ακτινοβολίες**

Στην περιοχή ενδιαφέροντος δεν παρατηρούνται δραστηριότητες ή εγκαταστάσεις που προκαλούν θόρυβο, να προκαλούν δονήσεις και να εκλύουν ακτινοβολίες κατά μήκος όλου του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

### **Επιφανειακά και υπόγεια νερά**

Στο γήπεδο εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού σταθμού δεν υπάρχουν λιμένες ή κοίτες ποταμών. Μόνο κατά τις περιόδους υψηλής βροχόπτωσης δημιουργούνται μικρά υδατορέματα, μη έντονης επιφανειακής ροής. Ωστόσο θα διερευνηθεί περαιτέρω η κατάσταση των αποθεμάτων και προβλέπεται να πραγματοποιηθεί ειδική υδρολογική μελέτη. Πρέπει να τονιστεί ότι τυχόν απουσία των απαιτούμενων υδατικών αποθεμάτων δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την λειτουργία του σταθμού αφού θα μπορεί εναλλακτικά να λειτουργήσει και με σύστημα ξηρού τύπου ψύξης.

### **Τάσεις εξέλιξης του περιβάλλοντος - Μηδενική λύση**

Τόσο το γήπεδο εγκατάστασης του Φ/Β σταθμού όσο και η ευρύτερη ζώνη χαρακτηρίζονται ως μη παραγωγικές περιοχές. Η μη υλοποίηση του έργου θα έχει τις ακόλουθες επιπτώσεις για το περιβάλλον της περιοχής:

#### **Εξέλιξη χρήσεων γης**

Η απουσία ειδικών χαρακτηριστικών που θα μπορούσαν το καταστήσουν το γήπεδο εγκατάστασης ως πόλο προσέλκυσης εναλλακτικών δραστηριοτήτων ενισχύουν το συμπέρασμα ότι δεν προβλέπεται ουσιαστική αλλαγή στις χρήσεις γης της περιοχής, τουλάχιστον μεσοπρόθεσμα. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την απουσία κάποιου ειδικού σχεδιασμού αλλά και προτάσεων σε δραστηριότητες οικιστικού, τουριστικού, ή πολιτιστικού ενδιαφέροντος.

#### **Εξέλιξη του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος**

Η μη υλοποίηση του έργου θα αφήσει ανεπηρέαστη την τάση εξέλιξης που αφορά στην κατάσταση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της περιοχής ενδιαφέροντος. Ξεφεύγοντας όμως από τη στενή γεωγραφική ζώνη της περιοχής μελέτης, πρέπει να τονιστεί ότι η μη κατασκευή του φωτοβολταϊκού σταθμού θα έχει επιβαρυντική επίδραση στις περιοχές λειτουργίας συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, ειδικά μονάδων αιχμής (αεριοστρόβιλοι), δεδομένου ότι η ενέργεια που δε θα παράγεται από τον Φ/Β σταθμό θα πρέπει να εξακολουθήσει να παράγεται με τον υφιστάμενο συμβατικό τρόπο.

### **Κατ' Αρχήν Εκτίμηση και Αξιολόγηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**

#### **Κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά**

Οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί και όλα τα μέρη τους, κινητά και μη, δεν εκπέμπουν αέριους, υγρούς ή στερεούς ρύπους και κατά συνέπεια δε δύναται να αλλοιώσουν τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης του σταθμού καθώς και της ευρύτερης ζώνης.

Εξάλλου, όπως αναφέρει μελέτη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η εγκατάσταση Φ/Β μικρής ή μεγάλης κλίμακας, δεν προβλέπεται να έχει επίδραση στο τοπικό κλίμα, καθώς δεν προσδίδει θερμική ενέργεια στο περιβάλλον, όπως ένας θερμικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής. Η ίδια μελέτη καταλήγει πως με ανάλυση αριθμητικών μοντέλων του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος εκτιμάται ότι θα είναι σχεδόν μηδενική, ή ίσως και αρνητική, καθώς στην ουσία το πάρκο απορροφά ηλιακή ενέργεια για να παραχθεί ηλεκτρισμός.

Επιπλέον, σε σχετική μελέτη που παρουσίασε η Greenpeace σχετικά με το προτεινόμενο πάρκο ισχύος 50MW της ΔΕΗ Α.Ε. στη Μεγαλόπολη, επισημαίνεται ότι η θερμοκρασία που εκλύεται από τα πλαίσια δεν μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος για τον απλό λόγο του ότι η μάζα



του αέρα είναι πρακτικά άπειρη σε σχέση με τη μάζα των Φ/Β. Συνεπώς, σε απόσταση μόλις 1-2 εκατοστά από την επιφάνεια των πλαισίων, η θερμοκρασία αέρα είναι ίση με αυτή του περιβάλλοντος.

### **Μορφολογικά και τοπολογικά χαρακτηριστικά**

Ο Φ/Β σταθμός θα έχει νότιο προσανατολισμό. Η επιφάνεια που καλύπτει είναι 100 τετραγωνικά μέτρα και το μέγιστο ύψος του είναι στα 3 m. Κάτι που δεν επιβαρύνει το φυσικό περιβάλλον όπου τοποθετείται.

Σε κάθε περίπτωση, υπάρχει και η δυνατότητα εγκατάστασης κινούμενων βάσεων (τύπου ηλιοτροπίου – tracker) οι οποίες απαιτούν θεμελίωση ενός σημείου και συνεπώς μπορούν να ακολουθήσουν τη φυσική μορφολογία, με ό,τι αυτό συνεπάγεται σε ενεργειακές απώλειες.

Οι βάσεις στήριξης των Φ/Β, είτε αυτές είναι σταθερές, είτε κινούμενες (trackers) διαθέτουν χαρακτηριστικά που διευκολύνουν την ένταξή τους στο φυσικό περιβάλλον και το τοπίο.

- Οι δροσερές συνθήκες κάτω από τις βάσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δημιουργούν τόσο καταφύγιο για τα τοπικά ζώα, όσο και προστασία για τα φυτά.
- Οι βάσεις που επιλέγονται δεν εκτείνονται καθ' ύψος, προκειμένου να μην αποτελούν αισθητική επιβάρυνση στο τοπίο.

### **Εδαφολογικά, γεωλογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά**

Καθότι πρόκειται για έργο που αναπτύσσεται σε γεωλογικό υπόβαθρο το οποίο ανήκει στο τεκτονικό κάλυμμα της φυλλιτικής – χαλαζιτικής ενότητας με ιδιαίτερη σταθερότητα.

### **Φυσικό περιβάλλον**

Η προτεινόμενη επένδυση δε θα προκαλέσει μείωση της χλωροπανίδας ούτε θα επηρεάσει με κάποιο άλλο τρόπο το φυσικό περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής.

### **Ανθρωπογενές περιβάλλον**

#### **Χρήσεις γης**

Οι χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής μελέτης αλλά και του γηπέδου εγκατάστασης ουσιαστικά δεν επηρεάζονται από την κατασκευή και λειτουργία του Φ/Β σταθμού. Η προτεινόμενη περιοχή δεν καλλιεργείται, δεν είναι ορατή από γύρω οικισμούς. Η επιλογή της εν λόγω προτεινόμενης θέσης συγκεντρώνει μια σειρά από συγκριτικά πλεονεκτήματα τα οποία καθιστούν πιο άρτια και βιώσιμη την υλοποίηση μιας τέτοιας επένδυσης και αξίζει να αναφερθούν:

Δρόμος καλής βατότητας οδηγεί απευθείας στο χώρο εγκατάστασης. Κατά συνέπεια, δε δημιουργείται ανάγκη διάνοιξης νέου οδικού δικτύου. Παρότι πρόκειται για σταθμό ισχύος <500kW, και συνεπώς δεν κατηγοριοποιείται ως οχλούσα δραστηριότητα, ο επιλεγείς χώρος εγκατάστασης πληροί τα ενδεικτικά κριτήρια του άρθρου 17, του κεφαλαίου Δ' του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, σύμφωνα με το οποίο ως περιοχές προτεραιότητας μπορούν να θεωρηθούν:

- α) περιοχές που είναι άγονες ή δεν είναι υψηλής παραγωγικότητας
- β) περιοχές αθέατες από πολυσύχναστους χώρους
- γ) περιοχές με δυνατότητες διασύνδεσης με το Σύστημα ή το δίκτυο

### **Δομημένο περιβάλλον**

Το προτεινόμενο έργο δεν επιφέρει αλλαγές στον ανθρώπινο πληθυσμό κατά συνέπεια δεν αναμένεται καμία αλλαγή εξαιτίας του και στο δομημένο περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής. Κατά τη φάση κατασκευής το εργατικό δυναμικό θα φιλοξενηθεί στα τοπικά καταλύματα προσφέροντας μια επιπλέον πηγή εισοδήματος.



## Ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον

Κοντά στο έργο του σταθμού υπάρχει το μοναστήρι του Γουβερνέτου, αλλά ο τα πλαίσια θα τοποθετηθούν έτσι ώστε να μην επιρρεάζουν αρνητικά το οπτικό περιβάλλον, και με κύριο στόχο να ενταχθούν στον χώρο ομαλά, χωρίς να χαλάνε την φυσική ομορφιά του τοπίου.

### Κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον - Τεχνικές υποδομές

Η νέα εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 14,7kW πρόκειται να λειτουργεί, όπως και οι υπόλοιπες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, χωρίς τη συνεισφορά μόνιμου εργατικού δυναμικού. Εξάλλου, η λειτουργία τέτοιων πάρκων είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και τηλεπαρακολουθούμενη.

Παρόλα αυτά, ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα απαιτεί συντήρηση και παρακολούθηση. Η εταιρία που θα αναλάβει τις συγκεκριμένες υπηρεσίες θα εδρεύει εντός της ευρύτερης περιοχής της εγκατάστασης και συνεπώς, ο σταθμός θα εξασφαλίσει εγγυημένη απασχόληση για την επόμενη 25ετία, τονώνοντας έτσι μακροπρόθεσμα την τοπική οικονομία.

Επιπλέον, κατά τη φάση κατασκευής του σταθμού προβλέπεται να απασχοληθούν τοπικές επιχειρήσεις στον τομέα των έργων πολιτικού μηχανικού, καθώς και στην ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Έτσι θα ενισχυθεί βραχυπρόθεσμα η τοπική οικονομία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα από τα κυρίως πλεονεκτήματα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου είναι ότι τα περισσότερα εξαρτήματα που το απαρτίζουν μπορούν να παραχθούν, προμηθευτούν και συναρμολογηθούν από Ελληνικές πηγές. Αυτό θα σημάνει ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα, ξεχωριστά από αυτό της παραγωγής καθαρής ενέργειας – την τόνωση της εγχώριας οικονομίας και της μακροπρόθεσμης τοπικής απασχόλησης.

### Κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον – Κόστος παραγωγής

Προκειμένου να εκτιμηθούν οι πραγματικές κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις ενός έργου ΑΠΕ, πρέπει να ληφθεί υπόψη το εξωτερικό κόστος ενεργειακών τεχνολογιών και η οικονομική αποτίμηση κοινωνικού οφέλους. Η τιμή της κιλοβατώρας (KWh) που παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων δεν περιλαμβάνει το πραγματικό κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή και χρήση της και παραμένει χαμηλή μόνο επειδή τα ορυκτά καύσιμα επιδοτήθηκαν, άμεσα ή έμμεσα, για δεκαετίες.

Η ενσωμάτωση του περιβαλλοντικού-κοινωνικού κόστους θα καθιστούσε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πολύ πιο ανταγωνιστικές σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (πρόγραμμα EXTERNE), το κόστος αυτό (περιβαλλοντικό και κοινωνικό) για την περίπτωση της Ελλάδας φτάνει ανά ενεργειακή τεχνολογία μέχρι και τα 8 euro/ kWh για το λιγνίτη ο οποίος παραμένει η βασική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Από τα στοιχεία του EXTERNE για κάθε ενεργειακή τεχνολογία και με επεξεργασία στον παρακάτω πίνακα, των στοιχείων για το ενεργειακό μίγμα της Ελλάδας από την «3η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010», προκύπτει ότι το μέσο εξωτερικό κόστος ανά kWh είναι 5,66 eurocent περίπου.





Πηγή ενέργειας	Εξωτερικό κόστος (cents €/kWh) ανά ενεργειακή τεχνολογία	Μέρος συμμετοχής στο ενεργειακό μίγμα της Ελλάδας	Τελικό Εξωτερικό κόστος από την τρέχουσα παραγωγή (cents €/kWh)
Λιγνίτης	8.00	55.90%	4.472
Φυσικό Αέριο	1.50	12.90%	0.194
Πετρέλαιο	5.00	13.50%	0.675
Μεγάλα Υ/Η	1.00	9.10%	0.091
Εισαγωγές-Εξαγωγές	4.00	5.50%	0.220
ΑΠΕ	0.37	3.10%	0.011
Τελικό εξωτερικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για Ελλάδα		100.00%	5.663

Όπως αναφέρθηκε, η καθαρή ετήσια ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού

σταθμού θα είναι ίση με 21.355 kWh. Επομένως το ετήσιο κοινωνικό/περιβαλλοντικό όφελος θα είναι επίσης 21.355 kWh. Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα, προκύπτουν τα εξής χρήσιμα συμπεράσματα:

- Το κοινωνικό κόστος για την παραγωγή ίσης ποσότητας ενέργειας με συμβατικό τρόπο θα ήταν 91,6 χιλ. €.
- Το κοινωνικό κόστος για την παραγωγή της από ΑΠΕ θα ήταν μόλις 6,700€.
- Κατά συνέπεια από τη λειτουργία του Φ/Β σταθμού, προκύπτει ένα καθαρό **κοινωνικό όφελος σε ετήσια βάση** ίσο με 97,80 χιλ. € περίπου.

#### Ατμοσφαιρικό περιβάλλον

Ο σταθμός δεν εκπέμπει καμίας μορφής ρύπο στην ατμόσφαιρα. Αντιθέτως, το βασικό του πλεονέκτημα είναι ότι αποτρέπει την παραγωγή αερίων ρύπων κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς. Ο προτεινόμενος σταθμός υποκαθιστά 110.000 kWh συμβατικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Αναλυτικότερα για την εν λόγω ποσότητα ενέργειας αποτρέπεται η εκπομπή:

ΡΥΠΟΣ	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
ΜΑΖΑ (tn)	116	2,13	0,019	0,165	0,005	0,11

Οι συντελεστές που έχουν χρησιμοποιηθεί για τις εκπομπές του παραπάνω πίνακα προκύπτουν από τις μέσες εκπομπές των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στο διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας (σε g ρύπου ανά kWh).

ΡΥΠΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ						
Περιοχή	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC	Σωματίδια
Περιοχές που δεν έχουν διασυνδεθεί στο ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο, (σε g ρύπου ανά kWh).	1062,5	19,4	0,18	1,5	0,05	1,0

#### Ακουστικό περιβάλλον, δονήσεις, ακτινοβολίες



Δεν προβλέπεται οποιαδήποτε επίπτωση στο ακουστικό περιβάλλον από τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού σταθμού. Κατά τη φάση κατασκευής του σταθμού θα υπάρξει αύξηση των επιπέδων θορύβου καθώς και δονήσεις στο χώρο εγκατάστασης από τις εργασίες διαμόρφωσης του χώρου. Αύξηση στα επίπεδα θορύβου κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου ίσως υπάρξει και στους γύρω οικισμούς λόγω της κίνησης των οχημάτων που σχετίζονται με την κατασκευή του σταθμού.

Σχετικά με την ακτινοβολία από τη λειτουργία του πάρκου, η οποία αποτελεί

παράγοντα αμφιβολίας εκ μέρους της κοινής γνώμης, παρατίθενται οι ακόλουθες πληροφορίες:

- Τα Φ/Β ως πλαίσια δεν εκπέμπουν απολύτως κανενός τύπου ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κατά τη λειτουργία τους.
- Οι αντιστροφείς ισχύος ομοίως είναι απολύτως ακίνδυνοι, καθότι δε χρησιμοποιούν μετασχηματιστές (πλήρως ηλεκτρονικοί) και είναι απόλυτα κατάλληλοι για εγκατάσταση ακόμη και εντός κατοικιών.
- Οι μετασχηματιστές υποβιβασμού/ανόρθωσης τάσης είναι όμοιοι με αυτούς που τοποθετούνται στο ύπαιθρο, πλησίον κατοικιών, βιοτεχνιών κ.ά. Παρότι παρατηρούνται ηλεκτρομαγνητικά πεδία από τη λειτουργία τους, αυτά βρίσκονται κάτω από τα ανώτατα επιτρεπόμενα, καθότι πρόκειται για μετασχηματιστές MT σε XT και όχι YT σε MT. Χαρακτηριστικό είναι ότι τοποθετούνται ψηλά, ενώ οι ενδείξεις του οργάνου μέτρησης στο επίπεδο του ανθρώπινου ματιού είναι μηδενικές ή στα όρια της ευαισθησίας (threshold) του.
- Το γεγονός ότι υπάρχουν κεραιές κινητής τηλεφωνίας και καλώδια υψηλής τάσης σε κατοικημένες περιοχές θα έπρεπε να προβληματίζει πολύ περισσότερο από οποιασδήποτε κλίμακας Φ/Β μονάδα. Τέλος, σχετικά με τις αντανάκλασεις ενός Φ/Β σταθμού, παρατίθενται τα ακόλουθα, αδιάσειστα στοιχεία:
- Όσον αφορά **την αντανάκλαστικότητα της επιφάνειας των Φ/Β** πλαισίων (albedo factor) είναι πολύ μικρή, της τάξης του 2-3%, τιμή μικρότερη ακόμα και από αυτή για το πράσινο χορτάρι. Η χαμηλή αυτή αντανάκλαστικότητα είναι εύλογη, αν σκεφτεί κανείς πως η απόδοση του πλαισίου αυξάνεται με τη μείωση της ανάκλασης και συνεπώς αποτελεί σχεδιαστικό στόχο των κατασκευαστών.
- Ήδη έχουν εγκατασταθεί Φ/Β σταθμοί σε διεθνή αεροδρόμια, αποδεικνύοντας πως τα Φ/Β δεν προκαλούν καμία απολύτως ανακλαστική όχληση:

ο Σταθμός ισχύος 904kW στον εμπορευματικό σταθμό της FedEx

στο διεθνές αεροδρόμιο Oakland

([http://www.powerguard.eu/success/pdf/PowerLight\\_Case-Study\\_FedEx.pdf](http://www.powerguard.eu/success/pdf/PowerLight_Case-Study_FedEx.pdf))

ο Σταθμός ισχύος 5MW στο αεροδρόμιο Prescott στην Αριζόνα

ο Σταθμός ισχύος 500kW στην οροφή του terminal 2 του διεθνούς αεροδρομίου του Μονάχου

ο Σταθμός ισχύος 456kW στην οροφή του terminal 3 του διεθνούς αεροδρομίου του San Francisco





### **Επιφανειακά και υπόγεια νερά**

Η τοποθέτηση των βάσεων στήριξης των πλαισίων θα γίνεται σε τσιμεντένια θεμέλια μικρού βάθους στο έδαφος, τα οποία θα καλυφθούν στη συνέχεια από χώμα. Δεν εμποδίζεται η ελεύθερη κίνηση των επιφανειακών υδάτων ούτε επηρεάζεται η απορροφητικότητα των εδαφών.

Από το φορέα υλοποίησης προβλέπεται να κατασκευαστεί και επαρκές σύστημα απορροής του βρόχινου νερού. Κατά συνέπεια δε δύναται να δημιουργηθούν και πλημμυρικά φαινόμενα. Το έργο τέλος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω δε δημιουργεί κανενός είδους υγρά απόβλητα, συνεπώς τα υπόγεια νερά δε θα επηρεαστούν με κανένα τρόπο.

### **Κατευθύνσεις για την Αντιμετώπιση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**

Δεν αναμένεται να δημιουργηθούν ουσιαστικές αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον δεδομένου ότι η φωτοβολταϊκή τεχνολογία αποτελεί μια ιδιαίτερα ήπια φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή τεχνολογία με μηδενικές εκπομπές υγρών, στερεών ή αέριων ρύπων. Η μόνη επίπτωση στο περιβάλλον είναι ουσιαστικά αισθητικής φύσης λόγω της ανάγκης δέσμευσης του απαραίτητου τμήματος γης. Οι γενικότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και στην εθνική οικονομία είναι ιδιαίτερα θετικές και δικαιολογούν απολύτως την προτεινόμενη επέμβαση. Για την αποτροπή δυσμενών επιπτώσεων για το περιβάλλον κατά τη φάση κατασκευής του σταθμού προβλέπεται ότι:

- Οι παρεμβάσεις που θα γίνουν στο έδαφος του χώρου εγκατάστασης θα αποκατασταθούν κατά το δυνατό. Όλες οι εκσκαφές για τις καλωδιώσεις και τη θεμελίωση του εξοπλισμού θα επανακαλυφθούν με τα προϊόντα εκσκαφής, ώστε να μην υπάρξει αλλοίωση του ανάγλυφου. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί ώστε γενικά να διατηρηθούν οι κλίσεις του εδάφους και να μην υπάρξει αλλαγή στη ροή των επίγειων υδάτων της βροχής.
- Τα πλεονάζοντα εδαφικά υλικά τα οποία δύναται να προκύψουν κατά τις χωματουργικές εργασίες, θα διατίθενται σε κατάλληλο προκαθορισμένο χώρο πλησίον του χώρου του έργου. Η επιλογή του χώρου διάθεσης θα γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκαλείται υποβάθμιση του τοπίου ή της υπάρχουσας φυσικής βλάστησης. Καμία ανεξέλεγκτη διάθεση εδαφικών υλικών δε θα πραγματοποιηθεί.
- Θα γίνεται συστηματική διαβροχή των εργοταξιακών δρόμων, υλικών κλπ



για τον περιορισμό της σκόνης κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών. Παράλληλα θα αποφεύγεται η υπερπλήρωση των φορτηγών μεταφοράς χύδην υλικών.

- Κατά την κατασκευή του έργου θα εξασφαλίζεται η ομαλή κυκλοφορία των οχημάτων προς και από τις κατοικημένες περιοχές.
- Κάθε είδους σκουπίδια, άχρηστα υλικά, παλαιά ανταλλακτικά, μηχανήματα λάδια κλπ. Θα συλλέγονται και θα απομακρύνονται από το χώρο του έργου και η διάθεσή τους θα γίνεται σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

Ειδικότερα:

- Θα τηρούνται οι όροι διάθεσης των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων, όπως αυτοί αναγράφονται στην ΥΔ Ε1/221/65 (ΦΕΚ/Β/25.2.65) «Περί διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων», όπως τροποποιήθηκε με τις ΔΓ1/17831/71 (ΕΚ 986/71) και γ4/1305/74 (ΕΚ 801β/74), στο Π.Δ. 1180/81 καθώς και στην ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192/Β/14.03.97) και στην τροποποιητική συμπληρωματική αυτής ΚΥΑ 19661/1982/1999 (ΦΕΚ 1811/Β/29.09.99).
- Η διαχείριση των μεταχειρισμένων ορυκτελαίων θα πρέπει να γίνεται με όσα προβλέπονται στην ΚΥΑ 98012/2001/96 (ΦΕΚ 40/β/96). Απαγορεύεται η απόρριψη τους στο έδαφος.
- Θα απαγορεύεται η κάθε είδους και μορφής καύσης υλικών (ελαστικά, λάδια κλπ.) στην περιοχή του έργου.
- Σε ό,τι αφορά τις οριακές τιμές στάθμης θορύβου και δονήσεων, ισχύουν όσα αναφέρονται στην ΥΑ 17252/20.9.92 (ΦΕΚ 395/Β/92).

Για τις εργασίες κατασκευής, όσον αφορά στο θόρυβο ισχύουν τα προβλεπόμενα στις:

- ΥΑ Α5/2375/78 (ΦΕΚ689/Β/78)
- ΥΑ 56206/1613/86 (ΦΕΚ570/Β/86)
- ΥΑ 69001/1921/88 (ΦΕΚ751/Β/88)
- ΥΑ 765/91 (ΦΕΚ 81/Β/91)
- Στην περίπτωση των στερεών (μη τοξικών αποβλήτων), θα τηρούνται οι διατάξεις της ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β/22.12.2003). Επιπλέον, η διάθεση των λυμάτων αστικού τύπου θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τους όρους που θα καθοριστούν από την αρμόδια επί της περιβαλλοντικής αδειοδότησης αδειοδοτούσας αρχής.

#### **Εκτίμηση των Δυσκολιών που Αναμένεται να Προκύψουν κατά την Εκπόνηση της ΜΠΕΗ**

προτεινόμενη επένδυση είναι ήπιου και φιλικού προς το περιβάλλον χαρακτήρα. Δεν εκπέμπεται κανένας ρύπος αλλά αντιθέτως σε σύγκριση με το σενάριο μηδενικής λύσης, ανάμεσα σε πληθώρα άλλων ωφελειών, αποτρέπεται η εκπομπή σημαντικών ποσοτήτων ατμοσφαιρικών ρύπων. Η μοναδική όχληση που μπορεί να προκαλέσει ουσιαστικά ένα τέτοιο έργο είναι η "οπτική ρύπανση", δεδομένου ότι ένας φωτοβολταϊκός σταθμός απαιτεί περίπου 2 στρέμματα γης ανά 100kW εγκατεστημένης ισχύος. Πρόβλημα που προέκυψε επομένως τόσο κατά την εκπόνηση της παρούσης και που αναμένεται ότι θα υπάρξει και κατά τη ΜΠΕ, εφόσον αυτή απαιτηθεί, είναι:

- Ο εντοπισμός των περιοχών στις οποίες το έργο γίνεται ορατό
- Η τελική αισθητική αποτίμηση του έργου

Πρέπει να τονιστεί ότι η έννοια της οπτικής ρύπανσης από την παρουσία ενός φωτοβολταϊκού έργου είναι υποκειμενική και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κλίμακα του έργου και από την κατάσταση του περιβάλλοντος στην περιοχή που εγκαθίσταται. Για τους σταθμούς της τάξης των 20-150kWp, η απαιτούμενη επιφάνεια κάλυψης των συλλεκτών είναι τόσο μικρή, που δε μπορεί να θεωρηθεί ως σημαντική οπτική «όχληση». Αυτός είναι και ο λόγος που η ΚΥΑ 13.727/724/2003 και οι μεταγενέστερες αυτής τροποποιήσεις κατατάσσουν τα Φ/Β αυτής της κλίμακας ως «μη οχλούσες



δραστηριότητες». Εξάλλου, οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί δεν αναπτύσσονται καθ' ύψος και συνεπώς δε συνιστούν οπτικό εμπόδιο. Θα ήταν ασφαλές να θεωρηθεί ότι αισθητικά οχλούν λιγότερο από τα μορφολογικά παρεμφερή θερμοκήπια.

Ο εν λόγω φωτοβολταϊκός σταθμός δεν είναι ορατός από ην μονή, ούτε από το κεντρικό οδικό δίκτυο της περιοχής. Έτσι θα ενσωματώνεται ομαλά στο τοπίο της περιοχής χωρίς να παρατηρηθούν οι τοπικές αντιδράσεις που συνόδευσαν την πρώτη περίοδο ανάπτυξης των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα.

