



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΠΑΝΕΛΑ ΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Χρονάκης Νικόλαος

Ηράκλειο, Μάρτιος 2013

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΠΑΝΕΛΑ ΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Χρονάκης Νικόλαος

Επιβλέπων

Νικόλαος Σακκάς

Ηράκλειο, Μάρτιος 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ριζική ανάπτυξη του τομέα που αναφέρεται στη μελέτη και ορθολογική διαχείριση των ενεργειακών πηγών ενέργειας και καταναλώσεων έχει ως επακόλουθο να επηρεάσει τη μελέτη που αφορά τα θέματα της εξοικονόμησης ενέργειας.

Η συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας ουσιαστικά έχει ως στόχο να αποτελέσει ένα σημαντικό βοήθημα ή και μέρος μίας μακροχρόνιας προσπάθειας που γίνεται σε παγκόσμια κλίμακα για την βαθύτερη κατανόηση των ιδιαίτερων ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών που διέπουν την αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμησης αυτής της ενέργειας.

Ευχόμαστε η ανάγνωση και η μελέτη του συγκεκριμένου συγγράμματος να είναι εύκολα κατανοητή και να έχει διδακτικό χαρακτήρα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Σακκά Νικόλαο που ήταν επιβλέπων της εργασίας μου, καθώς και όλους εκείνους (καθηγητές και φοιτητές) οι οποίοι μας μετέδωσαν τις γνώσεις τους και κατάφεραν να με οδηγήσουν μέσα από αυτή την πενταετία της φοίτησής μου στη διαμόρφωση κριτικής σκέψης και ειδικότερα στην περάτωση της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη πτυχιακή αυτή εργασία γίνεται προσπάθεια δημιουργίας ενός προϊόντος, το οποίο δεν υπάρχει τουλάχιστον στην ελληνική αγορά. Υπάρχουν αντίστοιχα προϊόντα σε άλλες χώρες του εξωτερικού όπως η Ισπανία και η Γερμανία όμως ακόμα και σε αυτές τις χώρες η εξέλιξη του και αν η περαιτέρω τοποθέτηση προϊόντων σε οικοδομές είναι πολύ περιορισμένες. Η προσπάθεια που γίνεται για να μελετήσουμε αυτό το προϊόν είναι η πρώτη τουλάχιστον σε επίπεδο Κρήτης. Δεν βρήκαμε κάτι παρόμοιο τουλάχιστον σε επίπεδο Κρήτης και οι εφαρμογές στην υπόλοιπη Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένες. Ότι ειπωθεί σε αυτή τη πτυχιακή εργασία είναι καινοτόμο-καινούργιο και έχει δημιουργεί μόνο από τα ΑΤΕΙ Κρήτης και συγκεκριμένα από τις προσπάθειες εμένα και του κυρίου καθηγητή Σακκά Νικολάου. Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι η σχεδίαση του προϊόντος, η οποία περιλαμβάνει το φωτοβολταϊκό πανέλο και τη μόνωση σε μια ενσωματωμένη μορφή και η γενικότερη μελέτη του στην χρήση του καθώς επίσης και στα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Επίσης αναφέρουμε σημεία των κτιρίων όπου μπορεί να εφαρμοστεί (και που δεν μπορεί να εφαρμοστεί) και μελετάμε την αποδοτικότητα του σε διάφορους τομείς όπως η ανάκτηση ενέργειας, η εργασιμότητα του και οικονομική του ανάλυση. Τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από αυτήν την πτυχιακή εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | Σελίδα |
|--|--------|
| 1. Εισαγωγή | 1 |
| 2. Ηλιακή Ενέργεια | 2 |
| 2.1 Θερμικά ή Ενεργητικά Συστήματα | 3 |
| 2.2 Παθητικά ηλιακά Συστήματα | 4 |
| 2.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα | 5 |
| 2.3.1 Τεχνολογίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων | 8 |
| 2.3.2 Αποδόσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων | 11 |
| 2.3.3 Σκιάσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων | 12 |
| 2.4 Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα | 15 |
| 2.4.1 Πολιτική στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα | 18 |
| 3. Θερμομονώσεις Κτιρίων | 19 |
| 3.1 Κατηγορίες Θερμομονωτικών υλικών | 20 |
| 3.2 Συντελεστής λ και U | 23 |
| 3.3 Θέση θερμομονώσεων στο κτίριο | 25 |
| 3.4 Ο Κ.Εν.Α.Κ στην Ελλάδα | 28 |
| 3.4.1 Ζώνες του Κ.Εν.Α.Κ | 28 |
| 3.4.2 Οι απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ | 29 |
| 3.5 Θέρμανση-Ψύξη κτιρίων και θερμομόνωση | 31 |
| 4. Πανέλα μόνωσης με ενσωματωμένα Φωτοβολταϊκά στοιχεία | 34 |
| 4.1 Προβλήματα που αντιμετωπίσαμε | 35 |
| 4.2 Επιλογή της μόνωσης | 36 |
| 4.3 Επιλογή της τεχνολογίας του φωτοβολταϊκού συστήματος | 38 |
| 4.4 Επιφάνειες τοποθέτησης νέου προϊόντος | 39 |
| 4.4.1 Επηρεασμός λόγω προσανατολισμού | 40 |
| 4.4.2 Επηρεασμός λόγω σκιάσεων | 41 |
| 4.5 Σχεδιασμός πανέλου μόνωσης με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία | 42 |
| 4.5.1 Σχεδιασμός λόγω αυξημένου βάρους | 43 |
| 4.5.2 Σχεδιασμός λόγω τοποθέτησης-στήριξης | 44 |
| 4.5.3 Σχεδιασμός λόγω αερισμού | 49 |
| 4.5.4 Τελικός σχεδιασμός | 52 |
| 4.5.5 Κοστολόγηση του προϊόντος | 56 |
| 5. Συμπεράσματα | 60 |

Βιβλιογραφία

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πτυχιακή αυτή εργασία, πραγματεύεται την ύπαρξη ενός προϊόντος το οποίο θα συνδυάζει την σωστή μόνωση ενός κτιρίου και σωστή ανάκτηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ειδικότερα η πτυχιακή αυτή, αναφέρετε στην Τεχνολογία Ενεργειακής Ανακαίνισης ενός Κτιρίου με **φωτοβολταϊκά πάνελ και μόνωση μαζί!**

Σκοπός της εργασίας αυτής, είναι η δημιουργία ενός προϊόντος με καλά τεχνικά χαρακτηριστικά το οποίο θα προσεγγίζει με ακρίβεια τις απαιτήσεις της σύγχρονης τεχνολογίας στον τομέα αυτό. Στόχος είναι το προϊόν αυτό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα ως υπόβαθρο για άλλες πτυχιακές εργασίες και μελέτες.

Η εργασία αυτή έχει διαιρεθεί σε πέντε επιμέρους κεφάλαια. Το πρώτο από αυτά - το οποίο και αποτελεί και την εισαγωγή - προσδιορίζει το σκοπό της εργασίας και παραθέτει συνοπτικά τι θα ακολουθήσει στα επόμενα κεφάλαια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας αναφερόμαστε στην ηλιακή ενέργεια. Κάνουμε διάκριση της ηλιακής ενέργειας στα παθητικά ηλιακά συστήματα, στα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τέλος στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Επίσης αναφέρουμε κάποια χαρακτηριστικά της ηλιακής ενέργειας στην Ευρώπη και στην Ελλάδα πιο συγκεκριμένα. Τέλος θα αναφέρουμε κάποια στοιχεία για την εξέλιξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πόσο χρήσιμες είναι αυτές στη σύγχρονη κοινωνία και τον κόσμο.

Στο τρίτο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας, αναφέρουμε συνοπτικά κάποια στοιχεία για τις μονώσεις κτιρίων. Αναφέρουμε την σημαντικότητα της ύπαρξης μονώσεων των κτιρίων καθώς αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία εξοικονόμησης ενέργειας ενός κτιρίου. Τέλος αναφερόμαστε στο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) ενός μονωτικού υλικού και στο συντελεστή θερμοδιαπερατότητας (U) ενός δομικού στοιχείου και πόσο σημαντικά είναι αυτά για την θέρμανση και την ψύξη του κτιρίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο - που αποτελεί και το βασικό μέρος της πτυχιακής, αναφέρουμε τις ιδέες μας για το νέο προϊόν που αποτελείται από φωτοβολταϊκό πάνελ και στοιχείο μόνωσης μαζί. Παραθέτουμε κάποιες προτάσεις σχεδιασμού του νέου προϊόντος και δικαιολογούμε την καθεμία από αυτές ξεχωριστά. Επίσης προτείνουμε και δικαιολογούμε τον τρόπο χρήσης και γενικότερα το χώρο χρήσης του νέου προϊόντος δικαιολογώντας παράλληλα τις ιδέες μας.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν κατά τη διάρκεια της πτυχιακής αυτής εργασίας και ένας συνοπτικός σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

Ευχόμαστε η εργασία αυτή να γίνει εύκολα κατανοητή από κάθε αναγνώστη και να αποτελέσει σημαντικό βοήθημα για τους διάφορους σκοπούς του.

2. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ύπαρξη ζωής στη γη οφείλεται στον ήλιο. Ο ήλιος είναι ένα θείο δώρο. Τα φυτά τα ζώα και ο άνθρωπος χρειάζονται τον ήλιο για να ζήσουν. Η πηγή ενέργειας του μέλλοντος είναι ουράνιο Δώρο- ο ήλιος. Ο ήλιος μας χαρίζει ζεστασιά και ενέργεια. Λάμπει εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια καθημερινά και φωτίζει τη γη μας. Εντυπωσιακό είναι ότι κάθε ώρα φτάνει στην επιφάνεια της γης τόση ενέργεια, όση καταναλώνει η ανθρωπότητα σε ένα χρόνο. Η ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στη γη, υπερβαίνει παγκόσμια κατά δέκα χιλιάδες φορές την ενέργεια που είναι αναγκαία. Η ανάγκη του ανθρώπου για ενέργεια ανεβαίνει συνεχώς. Οι πηγές που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα για παραγωγή ενέργειας, βρίσκονται κυρίως στο εσωτερικό της γης κι είναι πεπερασμένες. Κατ' αυτόν τον τρόπο παραγωγής ενέργειας, σημαίνει συχνά μια σοβαρή επέμβαση στο βιότοπο που ζούμε. Η κατευθείαν μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό λέγεται φωτοβολταϊκή, η αλλιώς φωτοβολταϊκό αποτέλεσμα. Σήμερα μειώνονται εκατομμύρια τόνοι βλαβερό για το περιβάλλον διοξειδίου του άνθρακα, κι αυτό οφείλεται στην παραγωγή ενέργειας κατ' αυτόν τον τρόπο από τον ήλιο.

Με το όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται στον ήλιο. Φτάνει σχεδόν αμετάβλητη στο ανώτατο στρώμα της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας, διά μέσου του διαστήματος, και στη συνέχεια κατά τη διέλευσή της από την ατμόσφαιρα υπόκειται σε σημαντικές αλλαγές, που οφείλονται στην σύσταση της ατμόσφαιρας. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε ένα σημείο στην επιφάνεια της γης μια δεδομένη χρονική στιγμή χαρακτηρίζεται από την ένταση και την διεύθυνση προσχώσεις. Στην επιφάνεια της γης φτάνει μόνο ένα μέρος της ακτινοβολίας που προέρχεται άμεσα από τον ήλιο (άμεση ηλιακή ακτινοβολία), ενώ το υπόλοιπο είτε απορροφάται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας είτε ανακλάται πάλι προς το διάστημα η προς την επιφάνεια της γης. Η ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μετά από διαδοχικές ανακλάσεις δεν έχει συγκεκριμένη διεύθυνση και καλείται διάχυτη ακτινοβολία. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας.

Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ή ενεργητικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά

συστήματα. Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα μελετηθούν κυρίως τα φωτοβολταϊκά συστήματα και για το λόγο αυτό θα παρατεθεί εκτενέστερη αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών τους

2.1 Θερμικά ή Ενεργητικά ηλιακά Συστήματα

Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί σε όλους μας ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια, τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό για παράδειγμα. Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω ηλιακών συλλεκτών, σκουρόχρωμων δηλαδή επιφανειών καλά προσανατολισμένων στον ήλιο, οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση, τελευταία δε ακόμη και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων.



Ηλιακός Θερμοσίφοντας

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι πολύ διαδεδομένος στον ελλαδικό χώρο και αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για κάθε κτίριο, καθώς παράγει ζεστό νερό χρήσης(Z.N.X) με μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

2.2 Παθητικά ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων.

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

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

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

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

• **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι)** : Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

• **Ηλιακά αίθρια**: είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα

στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού. Φυσικά, η εφαρμογή ενός ή περισσοτέρων παθητικών συστημάτων σε ένα κτίριο δεν σημαίνει ότι το κτίριο γίνεται αυτομάτως το βιοκλιματικό. Ο στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να προσφέρει ένα θερμικά άνετο και υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας στο ελάχιστο την επίδρασή τους στο περιβάλλον, προστατεύοντας την υγεία του ανθρώπου και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής.



Ηλιακός χώρος σε κατοικία

2.3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν τμήμα της πτυχιακή μας εργασίας και θα τα μελετήσουμε εκτενέστερα. Όλοι έχουμε συναντήσει φωτοβολταϊκά συστήματα σε μικρούς υπολογιστές και ρολόγια. Πρόκειται για συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και που, εδώ και πολλά χρόνια, χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση μη διασυνδεδεμένων στο ηλεκτρικό δίκτυο καταναλώσεων. Δορυφόροι, φάροι και απομονωμένα

σπίτια χρησιμοποιούν παραδοσιακά τα φωτοβολταϊκά για την ηλεκτροδότησή τους. Στην Ελλάδα, η προοπτική ανάπτυξης και εφαρμογής των Φ/Β συστημάτων είναι τεράστια, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Η ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά έχει ένα τεράστιο πλεονέκτημα αποδίδει την μέγιστη ισχύ της κατά τη διάρκεια της ημέρας που παρουσιάζεται η μέγιστη ζήτηση.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα Φ/Β κατατάσσονται σε:

- Αυτόνομα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων καταναλώνεται επιτόπου και εξολοκλήρου από την παραγωγή στην κατανάλωση
- Διασυνδεδεμένα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε *μονοκρυσταλλικό* ή *πολυκρυσταλλικό*. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία δεν είναι παρά πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.

Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι απίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (Cd-Te) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους

μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος(AC).



Φωτοβολταϊκά πάνελα σε δώμα.

2.3.1 Τεχνολογίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ:

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα μόνο μεγάλο κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Η κατασκευή τους είναι πιο πολύπλοκη, με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος παραγωγής.

Χαρακτηριστικά:

- Είναι ο πρώτος τύπος φωτοβολταϊκών πάνελ που μπήκε σε μαζική παραγωγή.
- Έχουν καλύτερη σχέση απόδοσης/ επιφάνειας από τους άλλους τύπους πάνελ.
- Η ενεργειακή απόδοσή τους κυμαίνεται από 11% - 19%
- Έχουν υψηλότερο κόστος παραγωγής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά πάνελ.
- Έχουν μεγαλύτερο πάχος υλικού.
- Έχουν σκούρο μπλε ή μαύρο χρώμα.

Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ:

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί σε λεπτά τμήματα, από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλοποιημένου πυριτίου (το λειωμένο πυρίτιο χύνεται σε καλούπι και στη συνέχεια τεμαχίζεται σε κυψέλες) .

Χαρακτηριστικά:

- Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών, για αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη.
- Η ενεργειακή απόδοσή τους που κυμαίνεται από 11% - 16% είναι σχετικά μικρότερη από αυτή των μονοκρυσταλλικών, αλλά από τη στιγμή που οι κυψέλες τοποθετούνται μέσα σε ένα πάνελ με άλλες 60, η πραγματική διαφορά σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο είναι αμελητέα. Σήμερα, με την ταχύτερη ανάπτυξη της τεχνολογίας, η απόδοσή τους τείνει να αγγίξει την απόδοση των μονοκρυσταλλικών.
- Είναι τα πλέον διαδεδομένα πάνελ παγκοσμίως.
- Έχουν την καλύτερη σχέση κόστους-απόδοσης.
- Έχουν γαλάζιο χρώμα.

Πάνελ λεπτού υμενίου (thin film):

Πρόκειται για μια ευρύτερη κατηγορία, που περιλαμβάνει τα λεγόμενα πάνελ «τρίτης γενιάς» που προέρχονται από πολλές διαφορετικές μεθόδους παραγωγής και επεξεργασίας (π.χ. άμορφου πυριτίου (a-Si), Δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CuInSe₂ ή CIS), Τελουριούχου Καδμίου (Cd-Te), Αρσενικούχου Γαλλίου (GaAs) κλπ). Τα πάνελ άμορφου πυριτίου που είναι και τα πλέον διαδεδομένα αυτής της κατηγορίας, αποτελούνται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως από γυαλί ή αλουμίνιο. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον

οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου .

Χαρακτηριστικά:

-Έχουν, ονομαστικά, χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες(6% έως 11%).

-Λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγή τους, η τιμή τους είναι αισθητά χαμηλότερη.

-Αποδίδουν καλύτερα στις υψηλές θερμοκρασίες.

-Τα πάνελ λεπτού υμενίου έχουν καλύτερες αποδόσεις σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά , όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).

-Έχουν χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.

-Δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις, σχετικά με τις αποδόσεις και τη διάρκειά τους, αφού η τεχνολογία τους είναι σχετικά καινούρια.

-Αποτελούν καλή λύση όταν υπάρχουν: μεγάλος διαθέσιμος χώρος, σκιάσεις, δυσμενής προσανατολισμός.

Υβριδικά πάνελ:

Είναι τα πάνελ που συνδυάζουν περισσότερες από μία από τις γνωστές τεχνολογίες (π.χ. συνδυασμός άμορφου και μονοκρυσταλλικού πυριτίου) Στην αγορά, τα πιο διαδομένα πάνελ αυτής της κατηγορίας είναι κατασκευασμένα από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου γύρω από μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου .

Χαρακτηριστικά:

-Έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης που μπορεί να φτάσει και το 19%.

-Έχουν πολύ καλή συμπεριφορά στην επίδραση της θερμοκρασίας και αξιόλογη απόδοση στον διάχυτο φωτισμό.

-Έχουν αρκετά μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.

-Δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις, σχετικά με τις αποδόσεις και τη διάρκειά τους, αφού η τεχνολογία τους είναι σχετικά καινούργια.

Διαβάζοντας ξανά και ξανά τα ονομαστικά τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας, σε συνδυασμό και με τα κοστολογικά χαρακτηριστικά τους, δεν προκύπτει ένα μοναδικό στοιχείο που να στρέφει την επιλογή μας σε κάποια συγκεκριμένη κατηγορία. Οι αποδόσεις είναι λίγο ως πολύ ίδιες και τα κόστη επίσης. Άρα, η επιλογή φωτοβολταϊκών πάνελ έχει να κάνει κατά κύριο λόγο με τις ιδιαιτερότητες της κάθε μιας εγκατάστασης ξεχωριστά και, όταν λέμε ιδιαιτερότητες, εννοούμε τον τόπο εγκατάστασης, το διαθέσιμο χώρο, τον προσανατολισμό και την κλίση της και ίσως και με την προσωπική χρωματική επιλογή (μαύρου ή μπλε χρώματος).

Πάρα κάτω παρουσιάζουμε έναν συγκεντρωτικό πίνακα ο οποίος αναφέρει συγκριτικά τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών τεχνολογιών στην περιοχή της Κύπρου. Αντίστοιχα είναι τα στοιχεία και στην περιοχή της Κρήτης. Ο πίνακας αναφέρεται σε ιδανικές συνθήκες και είναι περισσότερο συγκριτικός.

Πίνακας 1: Ενδεικτική σύγκριση βασικών χαρακτηριστικών εναλλακτικών Φ/Β τεχνολογιών

| Συγκριτικός πίνακας Φ/Β τεχνολογιών | | | | |
|---|---|--|---|---|
| Τύπος | 'Λεπού υμενίου' (Thin Film) | Πολυκρυσταλλικά | Μονοκρυσταλλικά | Υβριδικά |
| Εμφάνιση |  |  |  |  |
| Απόδοση | 6 -12% | 13-15% | 14-20% | 16-17% |
| Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp | 10-20 m ² | 7-9 m ² | 6-9 m ² | 6-7 m ² |
| Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp)* | 1.400-1.600 | 1.500 | 1.500 | 1.550 |
| Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²)* | 60-160 | 1445-185 | 145-235 | 190-225 |
| Ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg CO ₂ ανά kWp) | 1.300-1.485 | 1.400 | 1.400 | 1.440 |

*Μέση τιμή για σταθεροποιημένα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Κύπρο με κατάλληλη κλίση προς το νότο.

Τεχνολογίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε πίνακα.


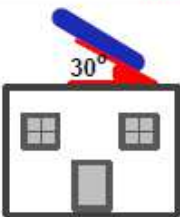

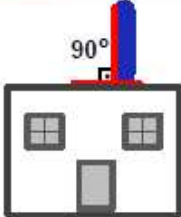
Η τεχνολογία των πλαισίων thin film δημιούργησε ένα νέο τομέα: το συνδυασμό της αρχιτεκτονικής σχεδίασης με τη χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων. Ο συνδυασμός αυτός μας δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε ένα κτίριο που θα παράγει ενέργεια χωρίς να υπονομεύεται ή να αλλάζει η αισθητική του. Οι μεγαλύτερες επιφάνειες ενός κτιρίου που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε για την παραγωγή ενέργειας είναι τα παράθυρά του. Επειδή όμως τα ανοίγματα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο και στον ηλιασμό και στις απώλειες του κτιρίου πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν η φωτοδιαπερατότητα όπως και η μόνωση του υαλοπίνακα.

2.3.2 Αποδόσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε κτίριο μπορεί να γίνει σε δώματα, στέγες, στέγαστρα, προσόψεις κτιρίων, σκίαστρα, αποθήκες και χώρους στάθμευσης. Πώς όμως πρέπει να γίνει η επιλογή του συστήματος και πού θα τοποθετηθεί για να έχει ο καταναλωτής τα βέλτιστα αποτελέσματα είναι συχνά ερωτήματα, καθώς ακόμα δεν υπάρχει η εξοικείωση με αυτήν τη νέα τεχνολογία. Για να φέρει το σύστημα βέλτιστα αποτελέσματα επιδιώκουμε νότιο προσανατολισμό των φωτοβολταϊκών πλαισίων και τοποθέτηση περίπου στις 30 μοίρες από το οριζόντιο επίπεδο.

Μία εγκατάσταση συνεχίζει να θεωρείται οικονομικά βιώσιμη και επικερδής ακόμα και στην περίπτωση που ο προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων βρίσκεται στο ημισφαίριο μεταξύ Δύσης και Ανατολής. Απόκλιση από τον Νότο προς την Ανατολή και τη Δύση φέρει απώλειες της τάξης 7- 8%.

Επίσης στις περιπτώσεις των στεγών, η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών γίνεται οριζόντια με το επίπεδο της στέγης. Σε αυτήν την περίπτωση, απόκλιση από τη βέλτιστη τοποθέτηση των 30 μοιρών φέρει μικρές απώλειες της τάξης 2-3% (βλέπε σχήμα 3.β).

|  Προσανατολισμός | Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο | | |
|---|--|--|--|
| |  30° |  0° |  90° |
| Ανατολικός - Δυτικός | 85% kWh _(max) | 90% kWh _(max) | 50% kWh _(max) |
| Νότιοανατολικός - Δυτικός | 95% kWh _(max) | 90% kWh _(max) | 60% kWh _(max) |
| Νότιος | kWh_(max) | 90% kWh _(max) | 60% kWh _(max) |
| Βόρειοανατολικός - Δυτικός | 95% kWh _(max) | 90% kWh _(max) | 30% kWh _(max) |
| Βόρειος | 60% kWh _(max) | 90% kWh _(max) | 20% kWh _(max) |

Σχήμα 3.β: Επίδραση της τιμής της κλίσης και του προσανατολισμού στην ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα ενός κτηριακού Φ/Β συστήματος (σε επί τοις εκατό ποσοστά)

2.3.3 Σκιάσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Πολύ κρίσιμος παράγοντας για την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η σκίαση. Όταν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο σκιάζεται ακόμη και εν μέρει παράγει σημαντικά χαμηλότερο ρεύμα και κατά συνέπεια λιγότερη ενέργεια. Το πρόβλημα όμως δε σταματάει εδώ, καθώς το συγκεκριμένο πλαίσιο αποτελεί σημείο συμφόρησης (bottleneck) για όλη την ομάδα πλαισίων που είναι συνδεδεμένα επιβάλλοντας το χαμηλότερο ρεύμα του σε όλα τα υπόλοιπα μειώνοντας σημαντικά τη συνολική παραγωγή του συστήματος. Πέραν της μειωμένης απόδοσης, επαναλαμβανόμενες τοπικές σκιάσεις σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας καταπονούν το σκιασμένο φωτοβολταϊκό πλαίσιο προκαλώντας πρόωρη γήρανση, καθώς το ρεύμα των υπόλοιπων πλαισίων καταναλώνεται σε μορφή θερμότητας στο σκιασμένο.

Το πρόβλημα της σκίασης είναι ιδιαιτέρως έντονο στα φωτοβολταϊκά σε στέγες και ταράτσες για πολλούς λόγους. Καταρχάς λόγω του περιορισμένου χώρου δεν είναι εύκολο να απομακρυνθεί το σύστημα από παρακείμενα εμπόδια. Τα περισσότερα συστήματα εγκαθίστανται εντός πόλεων όπου τα διαφορετικά ύψη κτιρίων προκαλούν μόνιμες σκιάσεις. Τέλος, πολλά εμπόδια που βρίσκονται ήδη στη στέγη ή την ταράτσα, όπως η απόληξη του κλιμακοστασίου, προεξοχές σοφίτας, σπασίματα της στέγης, καμινάδες, ιστοί κεραιών, θερμοσίφωνες, λέβητες, σύρματα, το στηθαίο της ταράτσας κ.α. προκαλούν δυσεπίλυτα προβλήματα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι υψηλές απώλειες που λόγω συνθηκών σκίασης που αναφέρονται συνήθως αφορούν γενικά σε στιγμιαίες τιμές. Μια σκίαση δεν εξαρτάται μόνο από την τοποθεσία, το μέγεθος και την αιτία που την προκαλεί αλλά και από τις καιρικές συνθήκες, την ώρα και την εποχή. Η χρονική διάρκεια των σχεδιάσεων τις περισσότερες φορές είναι περιορισμένη, η σκίασης δηλαδή σε καμία περίπτωση δεν επηρεάζουν συνεχώς την ενεργειακή απόδοση. Είναι βέβαιο όμως ότι με το σωστό σχεδιασμό, η απόδοση μερικώς σκιασμένων εγκαταστάσεων μπορεί να βελτιωθεί αισθητά.


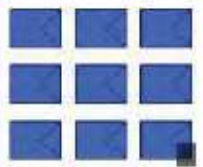



Πολύ συχνό φαινόμενο στις ελληνικές ταράτσες αποτελεί η τοποθέτηση της απόληξης του κλιμακοστασίου στη νότια πλευρά της ταράτσας με αποτέλεσμα να αποτελεί νότιο εμπόδιο για το φωτοβολταϊκό και να πρέπει να τηρηθεί απόσταση ίση με το διπλάσιο του ύψους του ώστε να περιοριστούν οι απώλειες σκίασης κάτω από 2%. Ένας χοντρικός κανόνας για να βεβαιωθείτε ότι το σύστημά σας δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δέντρο, κ.λπ) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.

Γενικά, προκειμένου η λειτουργία μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης να είναι αποδοτική, απαιτείται η μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας. Για αυτό δεν θα πρέπει να σχεδιάζονται εγκαταστάσεις σε συνθήκες μόνιμης σκίασης. Επιπλέον θα πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η σκίαση κατά τις ώρες της πολύ έντονης ηλιοφάνειας (μεσημέρια, θερινοί μήνες).

Στις επιλογές που έχει ο σχεδιαστής του συστήματος για την επίλυση του προβλήματος των σκιάσεων είναι:

- Απομάκρυνση των εμποδίων αν είναι δυνατό (θερμοσίφωνες, κεραίες, σύρματα).
- Μείωση του ύψους των εμποδίων (καμινάδες, κεραίες).
- Απομάκρυνση από τα εμπόδια (τουλάχιστον τόση απόσταση όσο το διπλάσιο της διαφοράς ύψους εμποδίου-πλαϊσίου για την περίπτωση νότιας σκίασης).
- Κατάλληλος διαχωρισμός στοιχειοσειρών (ομαδοποίηση πλαϊσίων) ώστε να συνδέονται μαζί τα πλαίσια που υφίστανται παρόμοιες συνθήκες σκίασης (επίσης συνδέονται μαζί πλαίσια με ίδιο προσανατολισμό και ίδια κλίση) και να εισάγονται σε ξεχωριστή είσοδο του αντιστροφέα.
- Στις πιο δύσκολες περιπτώσεις που δεν αρκούν οι 2 ή το πολύ 3 διαφορετικές είσοδοι των κλασσικών αντιστροφέων χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες αντιστροφέων που χειρίζονται κάθε πλαίσιο ξεχωριστά χωρίς οι διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας του να επηρεάζουν κανένα άλλο πλαίσιο.
- Κατάλληλη επιλογή πλαϊσίων με διόδους παράκαμψης του πλαϊσίου όταν αυτό δε λειτουργεί

Στον παρακάτω πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε κάποιες κατηγορίες σκιάσεων για τα φωτοβολταϊκά. Παρατηρούμε ότι ανάλογα με την σκίαση του φωτοβολταϊκού πανέλου προκύπτει και η απόδοσή του. Αυτό βέβαια οφείλεται και στην ποσότητα των string με τα οποία είναι συνδεδεμένα τα φωτοβολταϊκά Πανέλα. Παρατηρούμε ότι οι αποδόσεις λόγω των σκιάσεων μπορεί να μειωθούν και στο ένα τρίτο της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Επίσης σημαντικό είναι με ποιο τρόπο είναι συνδεδεμένα τα string. Δηλαδή πρέπει να γίνει σωστή χωροθέτηση του χώρου. Αν έχουμε μια σκίαση σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο (και μόνο σε αυτό), τότε δεν χρειάζονται πολλά string. Αν όμως η σκίαση είναι σε περισσότερα πανέλα τότε να παίζει σημασία ο αριθμός των string και πως αυτό είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Σε πολύ δύσκολες περιπτώσεις όπου έχουμε πολλές σκιάσεις, τότε χρησιμοποιούμε σύστημα που απομονώνει το καθένα πάνελο ξεχωριστά.

| Απώλειες από σκίαση | | | |
|---|------------|---|---|
|  | | | |
| Τρόπος σκίασης | Σκίαση (%) | Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 string x 9 modules) | Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 string x 3 modules) |
|  | 0,15% | -3,7% | -1,7% |
|  | 2,6% | -16,7% | -7% |
|  | 11,1% | -36,5% | -30,5% |
|  | 12,5% | -18,3% | -17% |

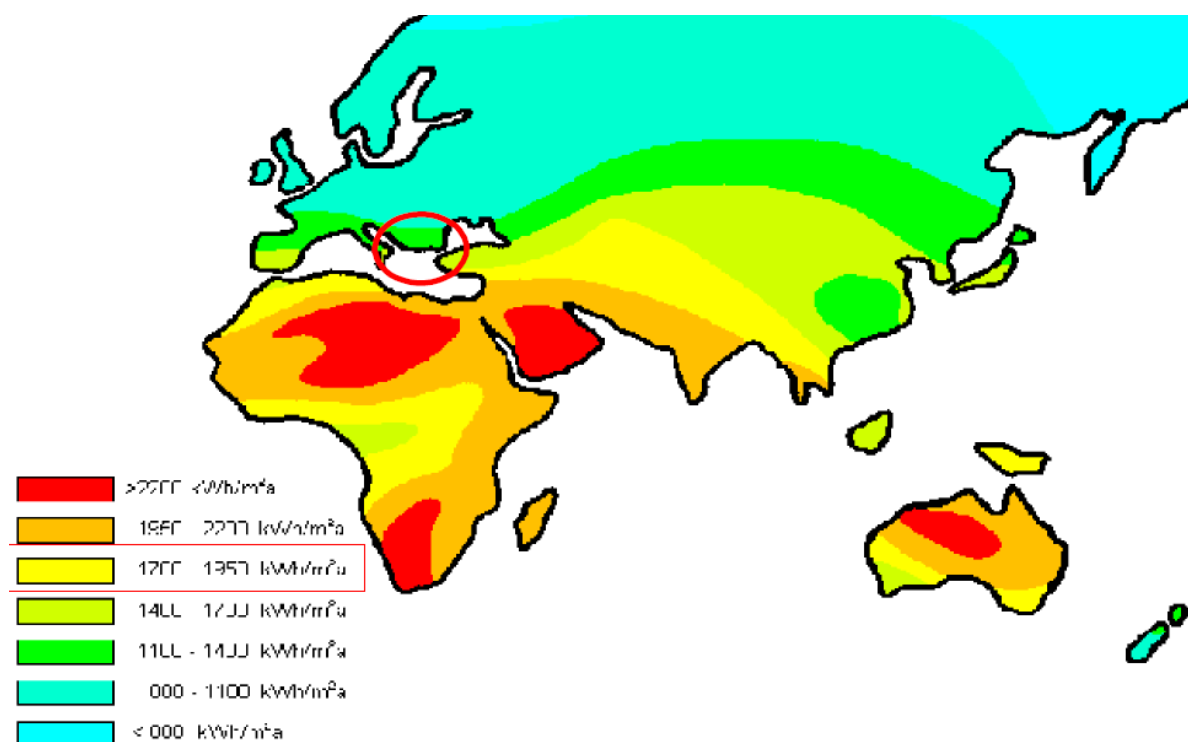
πίνακας απωλειών από σκίασης

Κάνοντας μία σύνοψη των όσων είπαμε παραπάνω παρατηρούμε πως το σημαντικό (για καλά αποτελέσματα) είναι η χωροθέτηση και η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών. Παρατηρούμε πως οι αποδόσεις αυξομειώνονται ανάλογα με τον προσανατολισμό και τις σκιάσεις των φωτοβολταϊκών πανέλων. Μια σωστή μελέτη φωτοβολταϊκών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και τη βέλτιστη απόδοση του συστήματος. Υπάρχουν σύγχρονα προγράμματα στο εμπόριο τα οποία σου δίνουν μεγάλη ακρίβεια στον προσανατολισμό του κτιρίου και υπολογίζουν όλες τις σκιάσεις από πιθανά εμπόδια και στηθαία πάνω στα φωτοβολταϊκά Πανέλα.

2.4 Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα

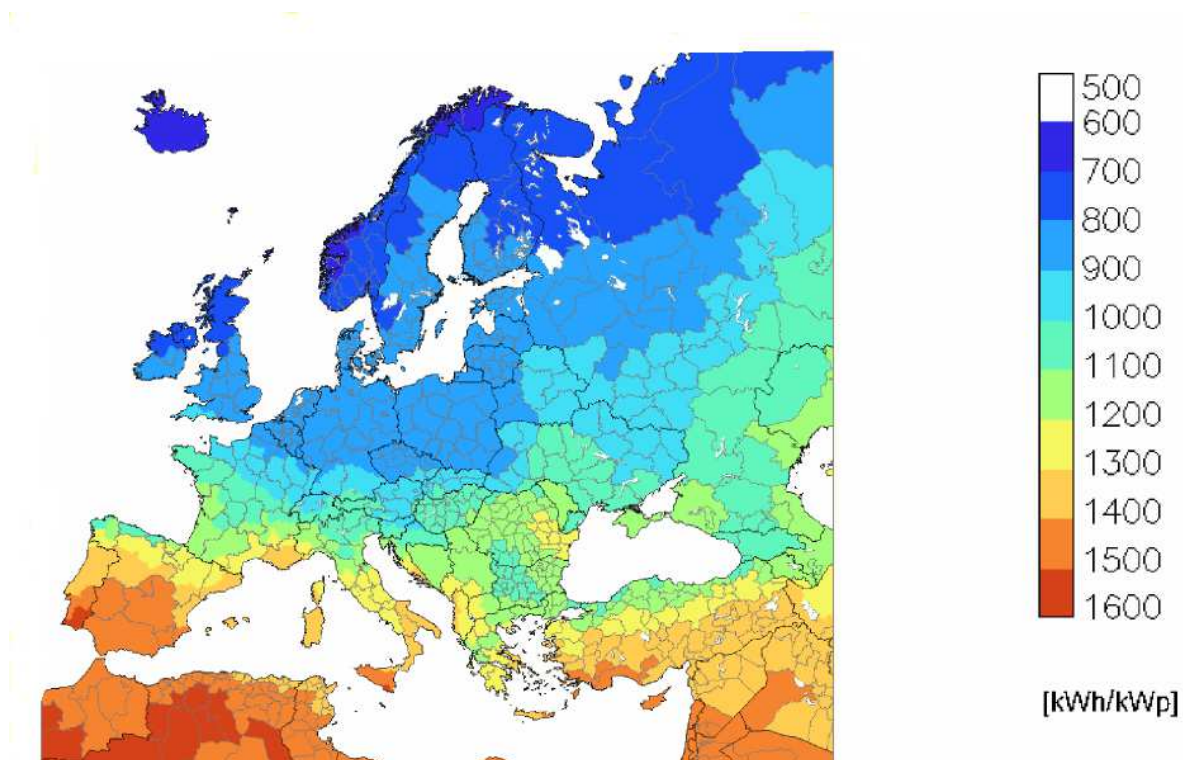
Η χώρα μας αποτελεί την ιδανική τοποθεσία για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ονομαστικής ισχύος 1 KWp (για παράδειγμα 10 φωτοβολταϊκά πάνελ των 100Wp το κάθε ένα) αποδίδει στην Ελλάδα από περίπου 1.150 KWh (βόρεια Ελλάδα) έως 1.450 KWh (νότια Ελλάδα) το έτος. Στην Αττική, τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα κυμαίνεται γύρω στις 1.300-1350 KWh. Για να βρούμε τη μέση ημερήσια παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού πάνελ, συνηθίζουμε να πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική του ισχύ επί 5. Έτσι, ένα φωτοβολταϊκό πάνελ ονομαστικής ισχύος 100Wp, κατ' εκτίμηση παράγει ημερησίως 500Wh (0,5 KWh) κατά μέσο όρο. Είναι προφανές ότι το καλοκαίρι η μέση παραγωγή θα είναι μεγαλύτερη από τη μέση παραγωγή το χειμώνα (τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο είναι σχεδόν διπλάσια σε σχέση με τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την θέση της χώρας μας σε σχέση με τον υπόλοιπο πλανήτη (εκτός την Αμερική). Είναι φανερό σε πόσο πλεονεκτική θέση βρίσκεται η Ελλάδα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και την δημιουργία επενδύσεων στον τομέα αυτό. Φυσικά υπάρχουν και περιοχές με υψηλότερες αποδόσεις όπως η έρημος Σαχάρα και η Σαουδική Αραβία.



Η θέση της Ελλάδας στον παγκόσμιο χάρτη ηλιακής ακτινοβολίας

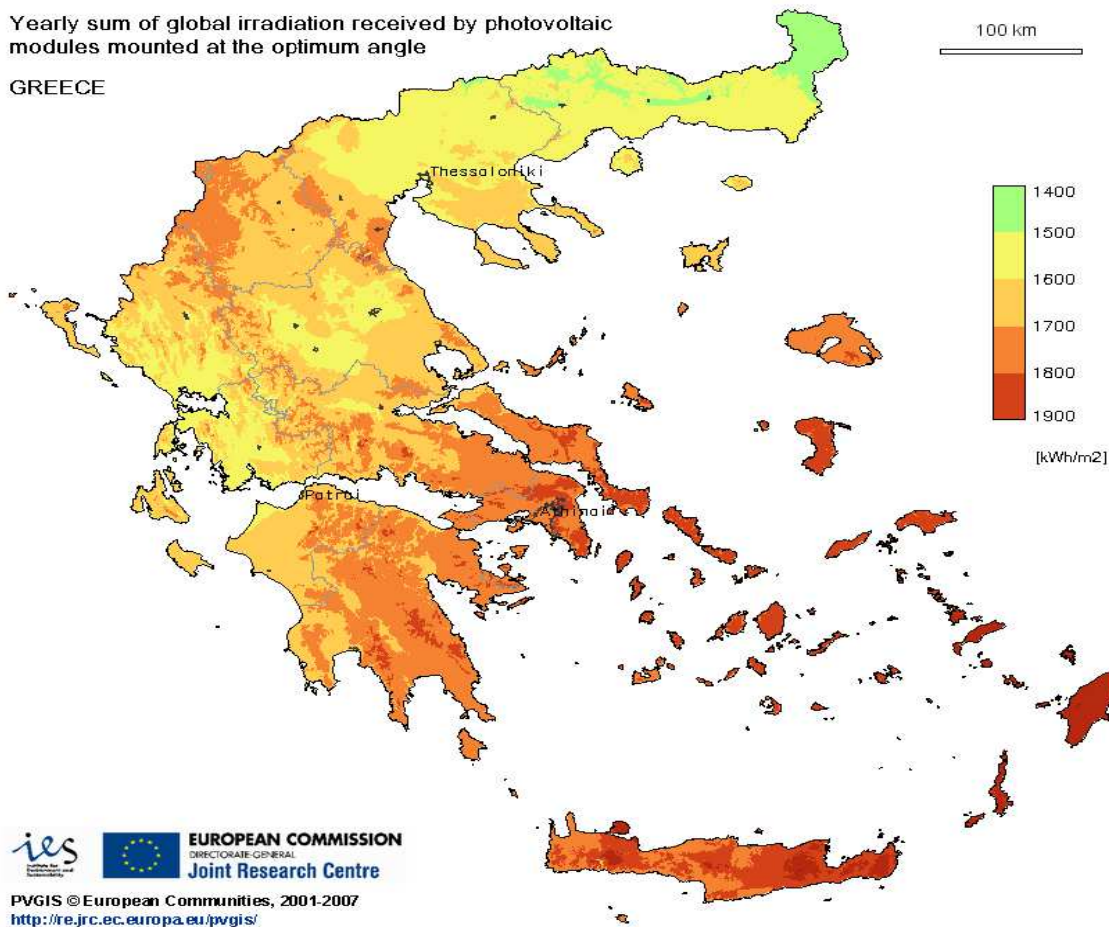
Στον επόμενο χάρτη βλέπουμε την θέση της Ελλάδας σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Παρατηρούμε και σε αυτόν το χάρτη πόσο ευνοϊκή είναι η θέση της χώρας μας σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη.



Η θέση της Ελλάδας στον ευρωπαϊκό χάρτη ηλιακής ακτινοβολίας

Όπως βλέπουμε έχουμε πάρα πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες χώρες της Ευρώπης, οι οποίες έχουν προχωρήσει περισσότερο στον τομέα των φωτοβολταϊκών από ότι εμείς στην Ελλάδα. Παραδείγματος χάρη η Γερμανία έχει προχωρήσει πάρα πολύ στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σχέση με την Ελλάδα παρ' όλο που η θέση της στον ευρωπαϊκό χάρτη της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πάρα πολύ δυσμενέστερη από ότι στην Ελλάδα. Πιστεύουμε πως υπάρχουν δυνατότητες να βγούμε μπροστά στον τομέα των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα και ελπίζουμε η πτυχιακή αυτή να αποτελέσει μια αρχή για το προϊόν που θα σχεδιάσουμε ώστε να χρησιμοποιηθεί τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό.

Παρακάτω παραθέτουμε τον χάρτη ηλιακής ακτινοβολίας του Ελλαδικού χώρου. Βλέπουμε ξεκάθαρα ποιές περιοχές είναι καλύτερες (Αττική και Εύβοια, Ανατολική Πελοπόννησος, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα) από κάποια άλλες (Θράκη, Ανατολική Μακεδονία ,Θεσσαλία,Δυτική Στερεά Ελλάδα, Δυτική Πελοπόννησο). Παρατηρούμε σε πόσο καλή θέση βρίσκεται η Κρήτη και ιδιαίτερα η Ανατολική Κρήτη.

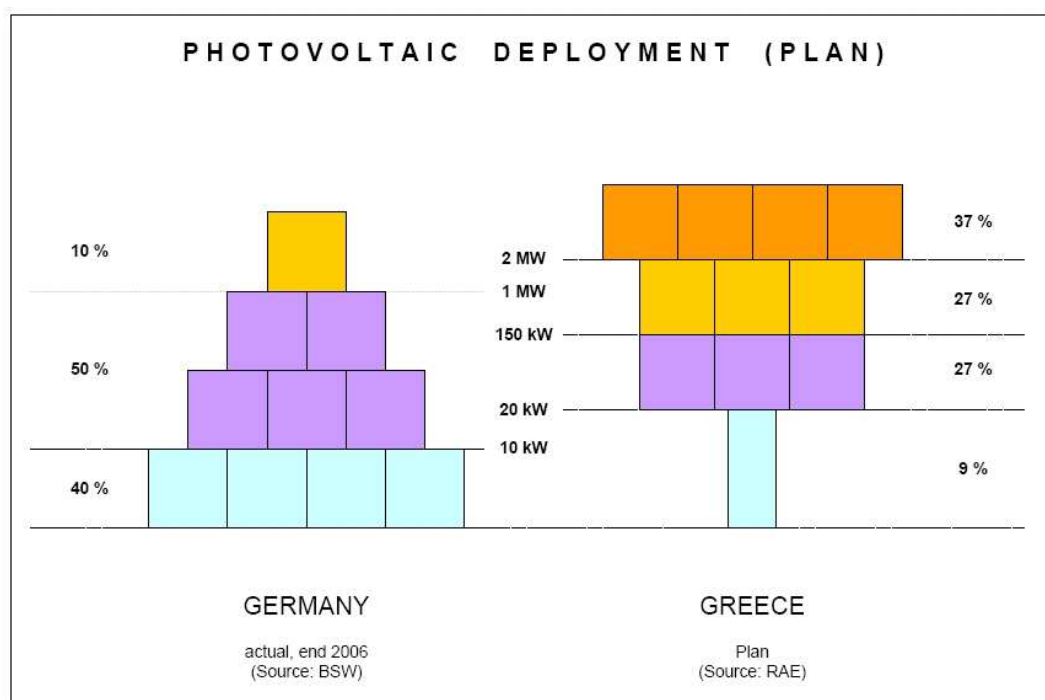


Η ηλιακή ακτινοβολία στην Ελλάδα

2.4.1 Πολιτική στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα

Πρώτα απ όλα θέλουμε να πούμε ότι υπάρχει κοινή Ευρωπαϊκή πολιτική για τα θέματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου σε όλη την Ευρώπη. Πρόκειται για το πακέτο μέτρων που θα βοηθήσει την Ευρώπη να πετύχει τον περίφημο στόχο «20-20-20»: 20% μείωση των αερίων θερμοκηπίου, 20% αύξηση ενεργειακής αποδοτικότητας και επιπλέον αύξηση του ποσοστού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% μέχρι το 2020. Πέραν όμως από την Ευρωπαϊκή πολιτική που είναι κοινή για όλες τις χώρες, η κάθε χώρα έχει το δικαίωμα να διαχειριστεί μόνη της το πώς θα φτάσει σε αυτό το σημείο.

Βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα ο οποίος δείχνει ξεκάθαρα την διαφορετική πολιτική στα φωτοβολταϊκά συστήματα που εφαρμόζει η Ελλάδα και Γερμανία αντίστοιχα. Παρατηρούμε ότι η Γερμανία έχει δώσει έμφαση στα μικρά φωτοβολταϊκά (πάρα πολλά διασκορπισμένα) και η Ελλάδα έχει δώσει έμφαση στα μεγάλα φωτοβολταϊκά που είναι μεγαλύτερα από δύο μεγαβάτ. Παρατηρούμε ότι το σαράντα τοις εκατό της φωτοβολταϊκής ενέργειας στη Γερμανία είναι φωτοβολταϊκά συστήματα μέχρι 10 KW τα οποία κυρίως είναι τοποθετημένα σε στέγες και γενικότερα σε κτίρια. Αντίθετα στην Ελλάδα παρατηρούμε ότι μόλις το εννέα τοις εκατό της ενεργειακής παραγωγής από φωτοβολταϊκά συστήματα αντίστοιχη στα μικρά φωτοβολταϊκά που είναι μέχρι 10 KW σε κτίρια. Ελπίζουμε αυτό να αλλάξει στα επόμενα χρόνια στην Ελλάδα και να τοποθετούνται περισσότερα φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτίρια.

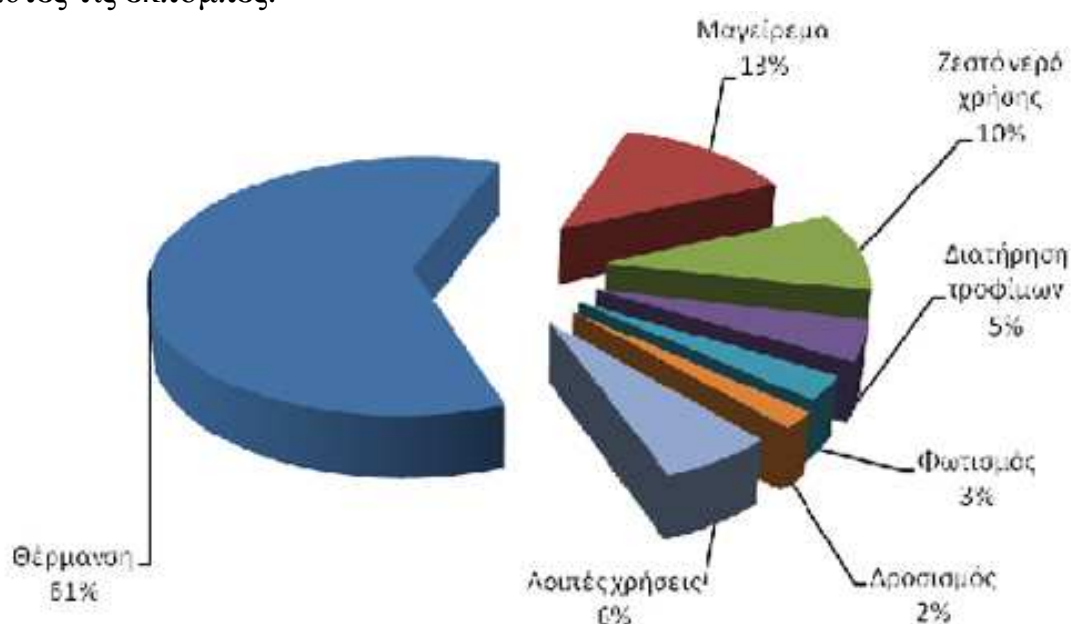


3. ΘΕΡΜΟ-ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Ο Όρος μόνωση, υποδηλώνει την προστασία της κατασκευής, από θερμότητα, ήχο, υγρασία, σε καθημερινούς όρους, λέμε μόνωση, θερμομόνωση, ηχομόνωση, στεγάνωση κ.τ.λ.

Είναι ένα γνωστό γεγονός ότι τα κτίρια είναι ο μεγαλύτερος χρήστης της ενέργειας στην Ευρώπη, μεγαλύτερος από τη βιομηχανία ή την κυκλοφορία.

Το ποσό ενέργειας που χρησιμοποιείται, για τη **θέρμανση** και τον **κλιματισμό** των κτιρίων, ανέρχεται σε περισσότερο από **40%** όλης της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη. Αυτό προφανώς σημαίνει ότι το ανάλογο ποσό εκπομπών προκαλείται από τη θέρμανση και τον κλιματισμό των κτιρίων, και η μεγάλη ερώτηση για τη οικοδομή είναι πώς να μειώσει αυτές τις εκπομπές.



Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κατασκευών ενισχύοντας την εφαρμοζόμενη θερμομόνωση των δομικών στοιχείων μπορεί να επιφέρει σύμφωνα με έρευνες μείωση των εξόδων για θέρμανση και ψύξη μέχρι και 30%.

Η σωστή και επαρκής χρήση των κατάλληλων μονωτικών και θερμομονωτικών υλικών, αποτελεί την ενδεδειγμένη προσέγγιση, για τη ενεργειακή βελτίωση των κατασκευών.

Η θερμότητα είναι γνωστή από τη φυσική ως μορφή ενέργειας. Στην καθημερινότητα είναι διαφορετικά αντιληπτή. Είναι η προϋπόθεση να ζει και να εργάζεται κανείς άνετα οποιαδήποτε εποχή του χρόνου και σε οποιαδήποτε γεωγραφική περιοχή, κάτι που επιτυγχάνεται με την παραγωγή από μιας άλλης μορφής ενέργειας σε θερμότητα. Η θερμότητα όμως, δεν διατηρείται εύκολα σε ένα χώρο. Έχει την ιδιότητα να μετακινείται από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα. Αυτή η μετακίνηση έχει σαν αποτέλεσμα αυτό που ονομάζουμε θερμικές απώλειες.

Οι θερμικές απώλειες δεν μπορούν να εμποδιστούν τελείως. Μπορούν όμως να περιοριστούν γνωρίζοντας αφ' ενός τους παράγοντες που τις επηρεάζουν και αφ'ετέρου, χρησιμοποιώντας στα κτίρια με κατάλληλο τρόπο κατάλληλα υλικά με συγκεκριμένες φυσικές ιδιότητες, τα θερμομονωτικά υλικά.

Οι περισσότερες παλιές κατασκευές έχουν λιγότερη μόνωση από ότι οι καινούριες αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η ενίσχυση της μόνωσης και στις καινούριες κατασκευές είναι επιπλέον κόστος διότι μπορούν να κάνουν απόσβεση του κόστους σε λίγα μόνο χρόνια. Είτε χρειαζόμαστε θερμομόνωση, ή υγραμόνωση σε μία κατασκευή ένα σημείο που πρέπει να προσεχθεί με την μόνωση είναι ο εξαερισμός. Σε μία κατασκευή ο εξαερισμός είναι απαραίτητος (η εισαγωγή και εξαγωγή αέρα από έξω προς τα μέσα) καθώς ο ελλιπής εξαερισμός μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για την υγεία. Επίσης ο εξαερισμός βοηθάει και στον έλεγχο της υγρασίας ένα βασικό στοιχείο για να παραμείνει ο χώρος υγιεινός.

3.1 Κατηγορίες Θερμομονωτικών υλικών

Τα θερμομονωτικά υλικά χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους και τη σύστασή τους σε οργανικά και ανόργανα, ανάλογα με την επεξεργασία που υφίστανται πριν τη διάθεσή τους σε φυσικά και τεχνητά, ανάλογα με τη δομή τους σε ανοικτών-κλειστών κυψελών ή πόρων αέρα, ανάλογα με το ειδικό τους βάρος σε ελαφρά ή βαριά και ανακλαστικά ή μη ανακλαστικά υλικά.

Τα θερμομονωτικά υλικά τα εξετάζουμε ακολουθώντας την παρακάτω ομαδοποίηση:

- Ανόργανα τεχνητά υλικά ανοικτής δομής: Υαλοβάμβακας, Πετροβάμβακας, ορυκτοβάμβακας
- Ανόργανα τεχνητά υλικά κλειστής δομής: Κυψελωτό Γυαλί, Περλίτης, Έτοιμα Δομικά Στοιχεία
- Οργανικά τεχνητά υλικά κλειστής δομής: Εξηλασμένη Πολυστερίνη, Διογκωμένη Πολυστερίνη, Πολυουρεθάνη, Φαινολικοί Αφροί
- Οργανικά τεχνητά υλικά ανοικτής δομής: Ξυλόμαλλο (Heraklith)
- Ανακλαστικά υλικά πολλαπλών στρώσεων: R-FLEX (Relmat)

Παραθέτουμε ορισμένα χαρακτηριστικά (πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα) μερικών θερμομονωτικών υλικών οποία θα μας βοηθήσουν για την επιλογή ενός υλικού για το προϊόν που θα παρουσιάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο.



Διάφορα θερμομονωτικά υλικά

Εξηλασμένη πολυστερίνη XPS:

Πλεονεκτήματα:

- σχεδόν μηδενική απορροφητικότητα σε υγρασία
- μεγάλη αντοχή σε συμπίεση
- υψηλότερος θερμομονωτικός συντελεστής
- υψηλός συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.

Μειονεκτήματα:

- είναι εύφλεκτη
- δεν έχει ηχοποροφητικές ιδιότητες
- υψηλό κόστος
- γήρανση

Διογκωμένη Πολυστερίνη EPS:

Πλεονεκτήματα:

- πολύ μικρή απορροφητικότητα σε υγρασία
- μερική υδροπερατότητα
- σχεδόν ίδιος θερμομονωτικός συντελεστής με την εξηλασμένη
- χαμηλό κόστος

Μειονεκτήματα:

- είναι εύφλεκτη
- δεν έχει ηχοποροφητικές ιδιότητες
- χαμηλότερη από την XPS μηχανική αντοχή.

Πετροβάμβακας-ορυκτοβάμβακας:

Πλεονεκτήματα:

- ηχομονωτικές ιδιότητες
- είναι σχεδόν άκαυστο
- αντέχει σε ένα ευρύτατο φάσμα θερμοκρασιών λειτουργίας
- είναι σχετικά φθηνός

Μειονεκτήματα:

- μεγαλύτερο βάρος
- χαμηλή μηχανική αντοχή
- μεγαλύτερη υδροαπορροφητικότητα
- Επιπτώσεις στην υγεία

Αφρός πολυουρεθάνης:

Πλεονεκτήματα:

- Η δυνατότητα πρόσβασης
- Πολύπλοκα σχήματα
- Η ηχομόνωση είναι καλύτερη
- Πολύ υψηλός συντελεστής θερμομόνωσης.

Μειονεκτήματα:

- μπορεί να λερωθούν κατά λάθος επιφάνειες που δεν θα έπρεπε.
- Ο καθαρισμός είναι πολύ δύσκολος.
- Το κόστος μπορεί κατά περιπτώσεις να είναι υψηλό.
- Υπάρχει ενδεχόμενο να μην γίνει σωστή εφαρμογή που θα εγγυάται το υπολογισμένο πάχος μόνωσης και τη σωστή πυκνότητα της μόνωσης.
- Χρειάζεται ανάλογα με την περίπτωση μια μίνιμουμ επιφάνεια για να συμφέρει η μετακίνηση, το στήσιμο και η χρήση του μηχανήματος ψεκασμού.

Ξυλόμαλλο (Heraklith):

Πλεονεκτήματα:

- Είναι φυσικά ανθεκτικές στο χρόνο
- Προστατεύουν από πυρκαγιά
- Εξασφαλίζουν εξαιρετικές ακουστικές ιδιότητες
- Έχει φυσική όψη

Μειονεκτήματα:

- Είναι εύφλεκτο
- Είναι δύσκολο στην τοποθέτηση
- Είναι δύσκολο στο τεμαχισμό και στον χειρισμό του
- υψηλό κόστος

3.2 Συντελεστές λ (του μονωτικού) και U (του δομικού στοιχείου)

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ), είναι ένα από τα βασικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός θερμομονωτικού υλικού. Ο συντελεστής λ ενός υλικού ονομάζεται η ποσότητα θερμότητας σε kcal η οποία διέρχεται ανά ώρα κάθετα διά μέσου της στρώσης του υλικού αυτού επιφάνειας 1m^2 και για πάχος 1m όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι 1°C . Εκφράζεται σε $\text{kcal}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C})$ ή σε $\text{w}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δεν είναι σταθερό μέγεθος αλλά μια γραμμική συνάρτηση που αυξάνεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Συνήθως, χαρακτηρίζεται από μια μέση τιμή. Η θερμική αγωγιμότητα επηρεάζεται αρνητικά από την υγρασία, γεγονός που εξηγείται εύκολα αν σκεφτούμε ότι η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι $0,57\text{ W/mk}$, δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από αυτή του ακίνητου, ξηρού αέρα. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας που δίνονται από τις διάφορες εταιρείες ισχύουν συνήθως με μια ανοχή $5 - 10\%$ ανάλογα με το είδος του υλικού. Η προσαύξηση αυτή λαμβάνει υπόψη της λάθη μετρήσεων και την ανομοιομορφία των περισσότερων μονωτικών. Στην πράξη, στις κατασκευές, τα θερμομονωτικά υλικά απορροφούν υγρασία παρά τη χρήση φράγματος υδρατμών. Επίσης λόγω των ιδιοτήτων τους και του τρόπου κατασκευής τους τα περισσότερα μονωτικά υλικά γερνάνε εξαιτίας μηχανικών αλληλεξαρτήσεων και θερμοκρασιακών αλλαγών. Έτσι αλλοιώνεται η αρχική ισορροπία των στερεών και των αέριων συστατικών. Παρά τις έρευνες που γίνονται στον τομέα αυτόν οι μηχανισμοί γήρανσης των θερμομονωτικών υλικών παραμένουν σε μεγάλο άγνωστο. Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας πάντοτε αυξάνεται και ποτέ δεν μειώνεται.

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα, κατά κύριο λόγο, στην ύπαρξη σε αυτά μεγάλου αριθμού πολύ μικρών πόρων (κυψελίδων) που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0.02\text{ kcal}/\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$). Η παρουσία σημαντικού αριθμού κυψελίδων αέρα στο εσωτερικό ενός υλικού έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρού φαινομένου βάρους, που είναι ένα δεύτερο κοινό χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ειδικά η υγρασία αποτελεί σημαντικό πρόβλημα γιατί εκτοπίζοντας τον αέρα, μπορεί να γεμίσει του πόρους του μονωτικού υλικού, καταστρέφοντας έτσι προσωρινά ή οριστικά τις μονωτικές του ιδιότητες. Βέβαια, δεν αποτελεί ρεαλιστική λύση η αναζήτηση αδιάβροχων μονωτικών υλικών. Τις περισσότερες φορές αρκεί η χρήση υλικών που δεν εμφανίζουν έντονη τάση απορρόφησης νερού (υγροσκοπικότητα) ή χρησιμοποιούνται κατασκευαστικές λύσεις που εξασφαλίζουν την προστασία των μονωτικών υλικών από την υγρασία (υγρομόνωση). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν και άλλες ιδιότητες των

μονωτικών υλικών, όπως η μηχανική αντοχή (σε θλιπτικά φορτία), η σταθερότητα του όγκου τους, η ανθεκτικότητα τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας (ιδίως όταν γίνεται παράλληλη προσπάθεια πυροπροστασίας) και η διάρκεια ζωής τους. Το θέμα της αντοχής τους σε φορτία ειδικά, πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στην περίπτωση που το θερμομονωτικό δομικό υλικό ανήκει στα φέροντα στοιχεία της οικοδομής (π.χ. θερμομονωτικά τούβλα). Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι η εκλογή ενός θερμομονωτικού υλικού σχετίζεται άμεσα και με παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στις φυσικές τους ιδιότητες, όπως το κόστος που απαιτείται για την αγορά του, η επάρκεια του στην αγορά, καθώς επίσης οι δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησης του.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) αναφέρεται σε κάθε δομικό υλικό. Αυτό μας να μας ενδιαφέρει όμως περισσότερο είναι για το μονωτικό υλικό καθώς αυτό έχει τις μικρότερες τιμές λ , που καθορίζουν την θερμομονωτική ικανότητα ενός κτιρίου .

| Υ λ ι κ ά | Φαινόμενη πυκνότητα | Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ | |
|--|------------------------|--|---------------|
| | kg/m ³ | kcal/hm°C | W/(mK) |
| ▪ Θερμομονωτικά υλικά | | | |
| Πλάκες ορυκτών ινών (ανάλογα με σύσταση) | | | 0,045 - 0,060 |
| Έτοιμα δομικά στοιχεία, συμπαγή ή διάτρητα (αναζήτηση σε καταλόγους κατασκευαστών) | | | 0,09 - 0,25 |
| Σκληροί αφροί πολυουρεθάνης (ανάλογα με κατηγορία - πυκνότητα) | | | 0,02 - 0,04 |
| Εξηλασμένη πολυστερίνη (ανάλογα με κατηγορία - πυκνότητα) | | | 0,025 - 0,04 |
| Διογκωμένη πολυστερίνη (ανάλογα με κατηγορία - πυκνότητα) | | | 0,028 - 0,045 |
| ▪ Πυρίμαχα υλικά | | | |
| Πυρότουβλα, σε 400°C | 2100-2600 | | 0,8 - 1,45 |
| Τούβλα μαγνησίτη, σε 400°C | | | 3,3 - 4,2 |
| Πυρίμαχο κονίαμα (με πυρόχωμα κοινό), σε 400°C (ανάλογα με σύσταση) | | | 0,55 - 1,1 |
| Αφρώδης πυρίμαχος πηλός, σε 400°C (ανάλογα με κατηγορία - πυκνότητα) | | | 0,16 - 0,40 |

Τιμές για διάφορα θερμομονωτικά υλικά

Ο όρος θερμοπερατότητα U προσδιορίζει πόσο εύκολα διαπερνά η θερμότητα (μετρούμενη σε Watt), μέσα σε μία ώρα, ένα υλικό είτε στρώσεις ίδιων ή διαφορετικών υλικών ορισμένου πάχους d και εμβαδού ενός τετραγωνικού μέτρου. Προσδιορίζει δηλαδή ως όρος το ακριβώς αντίστροφο από τη θερμική αντίσταση R , η οποία αποτυπώνει πόσο δύσκολα διαπερνά η θερμότητα ένα υλικό (την αντίσταση δηλαδή που παρουσιάζει σε αυτήν) είτε στρώσεις ίδιων ή διαφορετικών υλικών ορισμένου πάχους. Μαθηματικά αυτή η αντίστροφη σχέση εκφράζεται με τον τύπο $U = 1/R$.

Η θερμική αντίσταση ενός υλικού εξαρτάται από δύο παράγοντες: από το πάχος του υλικού d και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ . Μαθηματικά η σχέση αυτή εκφράζεται από τον τύπο $R = d/\lambda$. Ο τύπος αυτός μας λέει ουσιαστικά ότι για να προσδιορίσουμε την αντίσταση που παρουσιάζει ένας δομικό υλικό (για παράδειγμα) πρέπει να διαιρέσουμε το πάχος του υλικού (εκφραζόμενο σε μέτρα) με το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητάς του.

Κάθε υλικό συνεπώς έχει έναν συγκεκριμένο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που μας επιτρέπει τη χρήση του για τον ορισμό της θερμικής αντίστασης κάποιου υλικού με ορισμένο πάχος. Τέλος σημαντικό ρόλο έχει η τοποθεσία του κτιρίου καθώς εμπλέκονται η εσωτερική (h_i) και εξωτερική θερμοκρασία (h_o) του κτιρίου.

Συνοψίζοντας σε μαθηματικό τύπο έχουμε:

$$1/U = 1/h_i + R_1 + R_2 + \dots + R_3 + 1/h_o = \dots \text{ w}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

3.3 Θέση θερμο-μονώσεων στο κτίριο

Όπως είναι γνωστό σε όλους μας οι θερμο-μονώσεις των δομικών στοιχείων τοποθετούνται σε οποιαδήποτε επίπεδη επιφάνεια ενός κτιρίου. Οι μονώσεις μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο, στο δώμα και σε όλα τα κατακόρυφα στοιχεία (τοίχους, δοκάρια, υποστυλώματα). Σε κάθε περίπτωση το κτίριο δεν μπορεί να καλυφθεί από μονώσεις εκατό τοις εκατό. Πάντα υπάρχουν σημεία που δεν είναι μονωμένα τα οποία τα ονομάζουμε θερμογέφυρες. Ο τρόπος με τον οποίο τοποθετούνται οι μονώσεις καθορίζουν και το είδος των θερμογεφυρών. Για τα δώματα και τα δάπεδα, η τοποθέτηση του μονώσεων γίνεται με δύο τρόπους είτε εσωτερικά, είτε εξωτερικά. Για τα κατακόρυφα στοιχεία τα οποία αποτελούνται από οπλισμένο σκυρόδεμα η τοποθέτηση ομοίως γίνεται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά. Όμως για τα κατακόρυφα στοιχεία που αποτελούνται από πλίνθους ή άλλα δομικά στοιχεία η τοποθέτηση του μονώσεων μπορεί να γίνει είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά, είτε αν και ενδιάμεσα (στην μέση της τοιχοποιίας). Για κάθε κατασκευή κτιρίου υπάρχουν κατασκευαστικές λεπτομέρειες ή μελετητικές προδιαγραφές οι οποίες καθορίζουν τη θέση της μόνωσης. Συνήθως για τα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα η τοποθέτηση είναι εξωτερική και για τα στοιχεία από διπλή δρομική τοιχοποιία η τοποθέτηση είναι ενδιάμεση (στην μέση).

Καθώς το προϊόν το οποίο θα προσπαθήσουμε να κατασκευάσουμε σε αυτήν την πτυχιακή εργασία εμπεριέχει μόνωση, κρίνουμε απαραίτητο να παρουσιάσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των θέσεων των μονώσεων σε ένα κτίριο.

Η θερμομόνωση των τοίχων από την εσωτερική πλευρά έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Περιορίζεται ο εσωτερικός λειτουργικός χώρος του κτιρίου.
- Δεν μπορεί πλέον να γίνει εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας των τοίχων ή της πλάκας του κελύφους και με τον τρόπο αυτό δεν επανακτινοβολείται η θερμική ακτινοβολία προς τα έσω. Έτσι ο εσωτερικός χώρος ψύχεται πολύ πιο γρήγορα από έναν αντίστοιχο με εξωτερική θερμομόνωση.
- Δεν προστατεύεται το κέλυφος του κτηρίου από τις καιρικές συνθήκες.
- Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών και υπάρχει κίνδυνος επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών.
- Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.
- Γενικά είναι δύσκολο να κρεμάσει κανείς σχετικά βαριά αντικείμενα στους εσωτερικούς τοίχους.

Αυτός ο τρόπος θερμομόνωσης έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Από σχετικά μικρότερο έως και πολύ μικρότερο κόστος σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
- Είναι απλή κατασκευή και απαιτεί μικρότερο χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.
- Ο χώρος θερμαίνεται πολύ γρήγορα μόλις βάλουμε σε λειτουργία τα θερμαντικά σώματα.
- Μπορεί να γίνει οποιαδήποτε εποχή του έτους και κάτω από οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες, καθώς οι εργασίες εκτελούνται στο εσωτερικό του κτηρίου.
- Μπορεί να περιορίσει ορισμένους τύπους θερμογεφυρών που ακόμη και η εξωτερική θερμομόνωση δεν μπορεί και να δώσει λύσεις (πχ στη βάση εξωτερικού τοίχου σε επαφή με βεράντα).
- Δεν αλλάζει την εξωτερική όψη του κτηρίου.
- Δεν προκαλεί προβλήματα με γείτονες καθώς δεν εξέχει της οικοδομικής γραμμής ή των συνόρων του οικοπέδου (κάτι που στην εξωτερική θερμομόνωση πολλές φορές συμβαίνει).
- Δεν μειώνει το πλάτος σε μπαλκόνια ή βεράντες.

Η θερμομόνωση των τοίχων από την εξωτερική πλευρά έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Η κατασκευή της είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου.

- Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές και υπάρχει δυσκολία σε κτήρια που έχουν έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
- Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις.
- Ο χώρος αργεί να θερμανθεί.

Η εξωτερική θερμομόνωση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από τη μεγάλη θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
- Στους νότιους ειδικά χώρους των κτηρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους εσωτερικούς τοίχους.
- Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές που παρουσιάζονται λόγω των μεταβολών θερμοκρασίας των καιρικών φαινομένων.
- Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών (τα μέρη του περιβλήματος του κτιρίου που λόγω ότι έχει διακοπεί η θερμομονωτική στρώση – λόγω κατασκευαστικών δυσκολιών – παρουσιάζουν μειωμένη αντίσταση στη ροή της θερμότητας) ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες. Αυτό σημαίνει μείωση του κόστους θέρμανσης και κλιματισμού και αποτροπή των συμπυκνώσεων και της μούχλας.

Τέλος η θερμομόνωση των τοίχων από την στον πυρήνα διπλής τοιχοποιίας έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Δεν έχει καλή αντισεισμική συμπεριφορά. Είναι σύνηθες το φαινόμενο σε τοιχοποιίες με πλημμελή σύνδεση των δύο κελυφών το εξωτερικό κέλυφος να αποσυνδέεται και να πέφτει μετά από μία ισχυρή σεισμική δόνηση.
- Δεν εκμεταλλεύεται πλήρως, παρά μερικώς, τη θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας. Ωστόσο, αυτή είναι δυνατό να αυξηθεί αναλόγως με το πάχος του τοίχου του εσωτερικού κελύφους.

Η θερμομόνωση των τοίχων στον πυρήνα διπλής τοιχοποιίας παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Είναι ευκολότερος ο τρόπος τοποθέτησης των θερμομονωτικών υλικών.
- Δεν επηρεάζεται η θερμομονωτική προστασία του τοίχου από την επίδραση της βροχής.
- Αποτελεί την πιο ισόρροπη μορφή θερμικής προστασίας έναντι του ψύχους το χειμώνα και της ζέστης το καλοκαίρι.
- Επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας του τοίχου (έστω και μερική).

3.4 Ο Κ.Εν.Α.Κ στην Ελλάδα

Στα πλαίσια της Κοινοτικής Οδηγίας **91/2002/ΕΚ** «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία αυτή ήταν η έκδοση του **ν. 3661/2008** (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (**Κ.Εν.Α.Κ.**) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

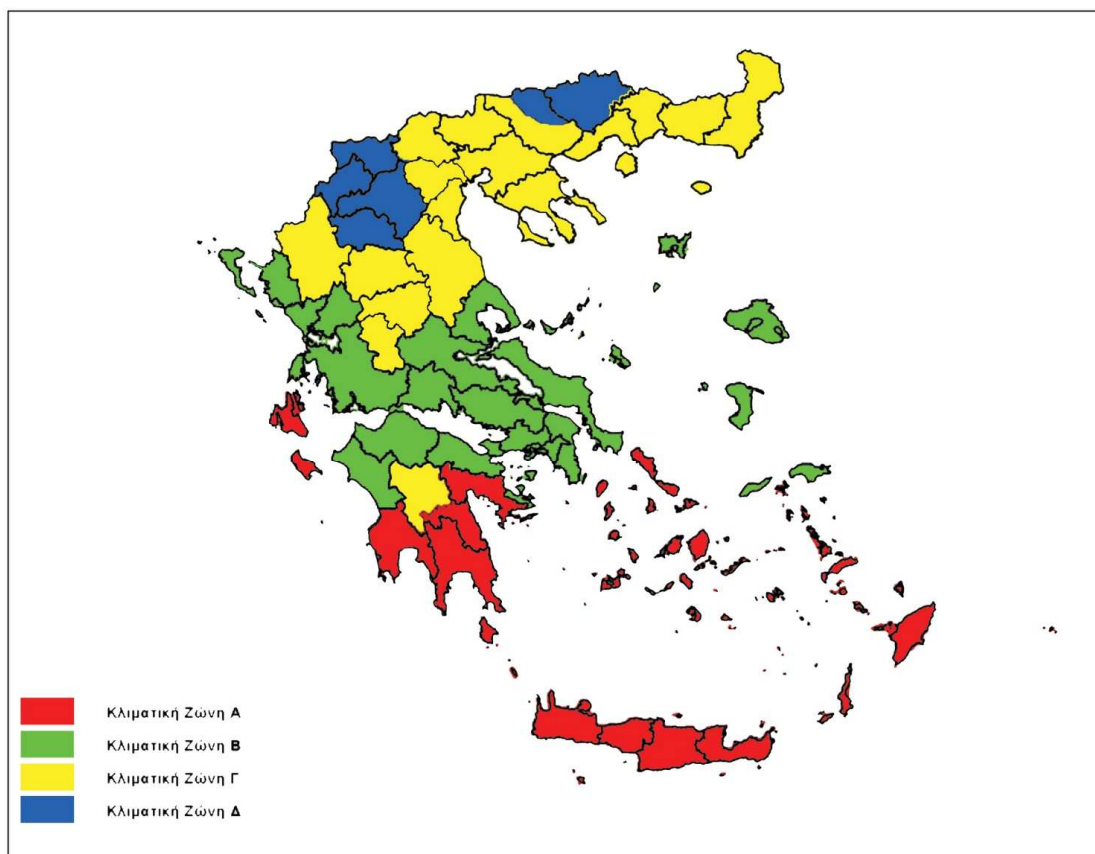
Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία) αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου προστίθεται και η μέριμνα έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες.

3.4.1 Ζώνες του Κ.Εν.Α.Κ

Για την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες. Στον Πίνακα Β.2 δίνονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες, ενώ ακολουθεί και σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο Χάρτη 1.1.

Πίνακας Β.2: Νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη

| ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | ΝΟΜΟΙ |
|----------------|---|
| ΖΩΝΗ Α | Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη |
| ΖΩΝΗ Β | Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα |
| ΖΩΝΗ Γ | Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος |
| ΖΩΝΗ Δ | Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα |



Σχήμα 1.1. Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

3.4.2 Απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ

Για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτηρίου με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα στοιχεία φέροντος οργανισμού, επιστεγάσεις, δάπεδο επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο κ.ά.), με το έδαφος (π.χ. κατακόρυφα στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, δάπεδο σε επαφή με το έδαφος κ.ά.), με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. τοιχοποιίες, φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, δάπεδα, οροφές σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους) θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής.

Συγκεκριμένα στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης, για κάθε δομικό στοιχείο που αναφέρθηκε παραπάνω, υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας, U-value, με τον τρόπο που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U (σε $W/(m^2K)$) των δομικών στοιχείων στα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα Γ.1, όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων - Κ.Εν.Α.Κ.

Επίσης, κατά την μελέτη ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου θα πρέπει να υπολογίζεται και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, με τον τρόπο που αναλύεται στην ίδια

σχετική τεχνική οδηγία.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων προκύπτει από τη μεθοδολογία που προτείνεται στις επόμενες παραγράφους. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας (πίνακας Γ.1). Γυάλινες προσόψεις ορίζονται τα υαλοπετάσματα, οι προθήκες των καταστημάτων, και μεγάλα διαφανή τμήματα μη ανοιγόμενα ή μερικώς ανοιγόμενα.

Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά, όπως ορίζονται στον πίνακα Γ.1.

Τα οφέλη από τον Κ.Εν.Α.Κ είναι οικονομικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Πίνακας Γ.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δομικών Στοιχείων, κατά κλιματική ζώνη

| ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ | ΣΥΜΒΟΛΟ | Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)] | | | |
|---|----------|---|------|------|------|
| | | ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | | | |
| | | A | B | Γ | Δ |
| Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές) | U_D | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | U_W | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis) | U_{Dc} | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους | U_S | 1,20 | 0,90 | 0,75 | 0,70 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος | U_{Wt} | 1,50 | 1,00 | 0,80 | 0,70 |
| Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα) | U_F | 3,20 | 3,00 | 2,80 | 2,60 |
| Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες | U_{GF} | 2,20 | 2,00 | 1,80 | 1,80 |

| ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ* | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|------|------|------|---|-------|-------|-------|
| Ενεργειακές απαιτήσεις τυπικού κτιρίου | 300 - 250 kWh/(m ² .ε) | 160 - 140 kWh/(m ² .ε) | 90 - 70 kWh/(m ² .ε) | | | | 15 - 0 kWh/(m ² .ε) | | | |
| Δεδομένα δόμησης | Κτίρια προ του 1979 | Κανονισμός θερμομόνωσης 1979 | ΚΕΝΑΚ | | | | Παθητικά Κτίρια EPBD | | | |
| Κατάσταση κτιρίου | Τελείως ανεπαρκής θερμική μόνωση, Δομικά αμφισβητήσιμο, το κόστος θέρμανσης υψηλό. | Ανεπαρκής θερμική μόνωση. Αξίζει τον κόπο να γίνει θερμική ανακαίνιση | Κτίρια υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης | | | | Κτίρια πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης | | | |
| Στοιχεία κτιρίου | Τυπικές τιμές UW/(m ² .K) και πάχους μόνωσης / κλιματική ζώνη | | A | B | Γ | Δ | A | B | Γ | Δ |
| Εξωτερικοί τοίχοι: (τοίχος πάχους 25 cm) | 1,30 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,15 |
| Πάχος μόνωσης | 0 cm | 5 cm | 4 cm | 5 cm | 6 cm | 7 cm | 15 cm | 17 cm | 20 cm | 23 cm |
| Εξωτερικοί τοίχοι: (τοίχος πάχους 15 cm) | — | — | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,15 |
| Πάχος μόνωσης | — | — | 5 cm | 6 cm | 7 cm | 8 cm | 16 cm | 18 cm | 20 cm | 23 cm |
| Οροφή (πλάκα σκυροδέματος) | 2,10 | 1,22 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,10 |
| Πάχος μόνωσης | 0 cm | 5 cm | 6 cm | 7 cm | 8 cm | 9 cm | 20 cm | 23 cm | 25 cm | 30 cm |
| Δάπεδο σε έδαφος | 3,00 | 1,00 | 1,20 | 0,90 | 0,75 | 0,70 | 0,90 | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Πάχος μόνωσης | 0 cm | 5 cm | 3 cm | 3 cm | 4 cm | 5 cm | 3 cm | 5 cm | 7 cm | 10 cm |
| Κουφώματα | 5,10 W/(m ² .K) μονό τζάμι | 2,90 W/(m ² .K) διπλό τζάμι (μόνωση με αέρα) | 3,20 3,00 2,80 2,60 W/(m ² .K) διπλό τζάμι (μόνωση με αέρα) | | | | Κουφώματα U= 0,80 ~1,20 W/(m ² .K) Τζάμι διπλό ή τριπλό ενεργειακό (μόνωση με αργόν), G = 0,40-0,80 | | | |
| Εξαερισμός | Αρμιοί με διαρροές | Ανοιχτά παράθυρα | Ανοιχτά παράθυρα | | | | Εξαερισμός άνεσης με ανάκτηση θερμότητας ≥ 75% | | | |
| Εκπομπές CO ₂ (m ² .ε) | 60 kg | 40 kg | 20 kg | | | | < 4 kg | | | |
| Ενεργειακή κατανάλωση σε λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά m ² χώρου το έτος | 30 - 25 lt | 16 - 14 lt | 9 - 7 lt | | | | < 1,5 lt | | | |

Απαιτούμενη πάχη μονώσεων ανά Ζώνη (για τοίχους και δώματα)

3.5 Θέρμανση-Ψύξη κτιρίων και θερμο-μόνωση.

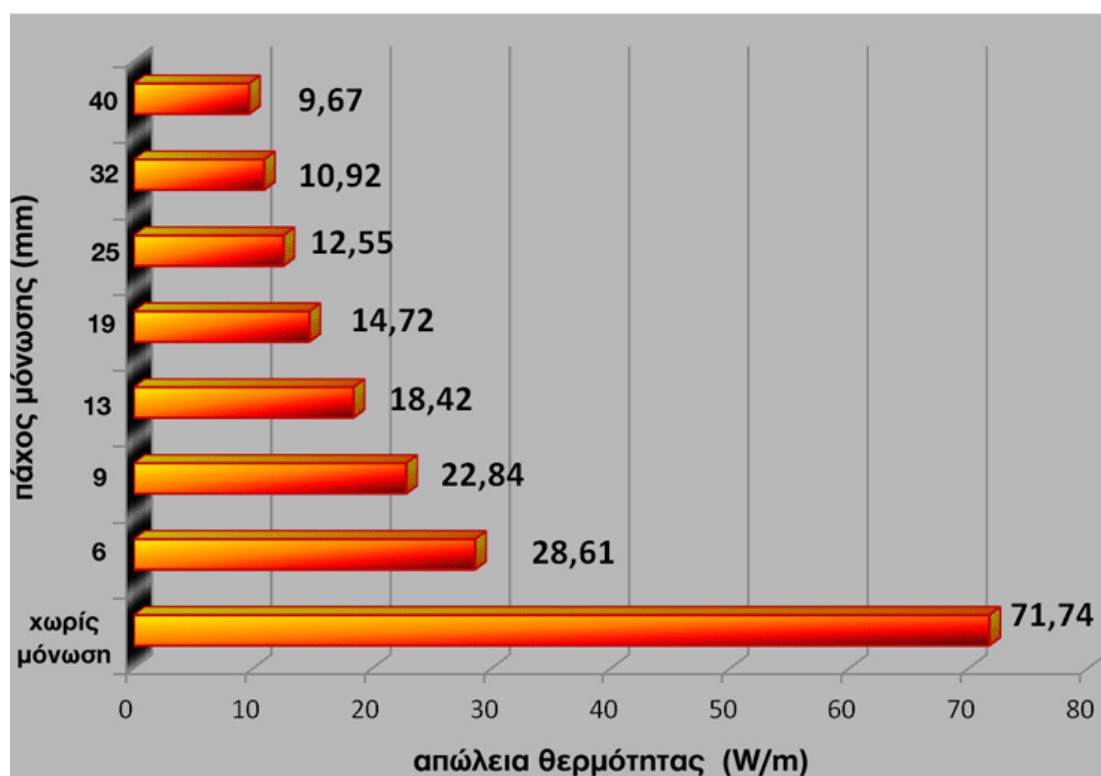
Το θέμα των μονώσεων σε ένα κτίριο είναι πάρα πολύ σημαντικό. Αυτό που στην ουσία επιτυγχάνουν οι μονώσεις είναι να προστατεύουν το κτίριο από τη μετάδοση θερμότητας από μέσα προς τα έξω το χειμώνα και από έξω προς τα μέσα το καλοκαίρι. Περιορίζουν δηλαδή της απώλειας του κτιρίου. Είναι πολύ σημαντικό ένα κτίριο να έχει καλή μόνωση. Ο άνθρωπος για να νιώθει άνετα το χειμώνα χρειάζεται μια θερμοκρασία από είκοσι έως είκοσι τέσσερις βαθμούς Κελσίου και για να το επιτύχει αυτό καταναλώνει ενέργεια. Η ενέργεια αυτή μπορεί να είναι πετρέλαιο , μπορεί να είναι φυσικό αέριο μπορεί να είναι ηλεκτρική ενέργεια. Προκειμένου να αυξηθεί η θερμοκρασία του κτιρίου έως την θερμοκρασία που αναφέραμε παράγεται ενέργεια. Αν το κτίριο είναι καλά μονωμένο τότε η ενέργεια που θα παραχθεί είναι πολύ μικρότερη από την ενέργεια που χρειάζεται όταν το κτίριο δεν είναι μονωμένο.

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) βλέπουμε τις απώλειές της θερμότητας για ένα κτίριο χωρίς μόνωση, για ένα κτίριο που έχει μόνωση 6 εκατοστά για 9 εκατοστά και τα λοιπά. Η μόνωση είναι πάρα πολύ σημαντικό και ένα κτίριο το χειμώνα καθώς προστατεύει το κτίριο από την χαμηλή εξωτερική θερμοκρασία. Η θέρμανση του κτιρίου έχει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας το χειμώνα συνεπώς αυξημένους ρύπους

διοξειδίου του άνθρακα θα ατμόσφαιρα. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και για την ψύξη του κτιρίου το καλοκαίρι. Για να επιτύχουμε τις θερμοκρασίες άνεσης του ανθρώπου που αναφέραμε, χρειαζόμαστε κλιματιστικά, που συνήθως λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια τα οποία μειώνουν τη θερμοκρασία. Και σε αυτή την περίπτωση οι μονώσεις περιορίζουν την κατανάλωση ενέργειας και συνεπώς την παραγωγή ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Όπως αναφέραμε και στην αρχή της ενότητας η θέρμανση και ψύξη των κτιρίων αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι οι μονώσεις έχουν ένα πάρα πολύ σημαντικό ρόλο για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου και συνεπώς για την συνολική εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι δεν αρκεί μόνο να παράγουμε ενέργεια από διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά να τις χρησιμοποιούμε σωστά και να μην τις καταναλώνουμε άσκοπα. Φυσικά θα πρέπει να παράγουμε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά παράλληλα θα πρέπει να δημιουργήσουμε τις προϋποθέσεις προκειμένου να μην έχουμε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας κυρίως σε κτίρια που αποτελούν και το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας παγκοσμίως. Τέλος θα αναφέρω ότι για την ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτιρίου είναι προτιμότερο να μονωθεί αν δεν έχει μόνωση παρά η τοποθέτηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.



Πίνακας 1

Ο παραπάνω πίνακας μας δίνει δύο πάρα πολύ σημαντικά στοιχεία. Πρώτον ότι ένα κτίριο χωρίς μόνωση έχει πάρα πολύ μεγάλες απώλειες θερμότητας. Δεύτερον ότι δεν μπορούμε να μηδενίσουμε τις απώλειες σε ένα κτίριο. Γι αυτούς τους λόγους τα συνήθη πάχη μονώσεων που χρησιμοποιούμε, τουλάχιστον στην Ελλάδα είναι από πέντε έως εννέα εκατοστά (5-9cm). Συνεπώς η θέρμανση και ψύξη κτιρίων θα υπάρχει πάντα , ο σκοπός όμως είναι να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας με την ύπαρξη μονώσεων.

4. ΠΑΝΕΛΑ ΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ξεκινώντας το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο (εκτός από τα συμπεράσματα) της πτυχιακής μου εργασίας , θα θέλαμε να πούμε μερικά εισαγωγικά στοιχεία για την προσπάθεια που κάναμε. Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε,(τα οποία είναι πάρα πολλά) και πως τα επιλύσαμε , το καθένα ξεχωριστά. Επίσης θα παρουσιάσουμε τους προβληματισμούς μας, τις σκέψεις μας και το σχεδιασμό του προϊόντος, ο οποίος είναι ξεχωριστός και πρωτότυπος από κάθε άλλη εργασία και κάθε άλλο προϊόν που υπάρχει στο εμπόριο, τουλάχιστον σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Είναι μια δικιά μας πρόταση που αντιτίθεται στην πρόταση που υπάρχει για το συγκεκριμένο προϊόν.

Στην διεθνή βιβλιογραφία και έρευνα τεχνολογίας, βρήκαμε ένα προϊόν αντίστοιχο με αυτό που θέλουμε να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε εμείς, το οποίο ανάμεσα στο φωτοβολταϊκό πανέλο και τη μόνωση είχε ψήκτρες ή ανεμιστήρες που κατανάλωναν ηλεκτρισμό και πραγματοποιούσαν τον αερισμό του πανέλου. Ο ρόλος λοιπόν που εμείς θέλαμε να δημιουργήσουμε ένα προϊόν που αντιτίθεται σε αυτή την πρόταση ήταν, ότι εμείς θέλαμε να αποφύγουμε τους ανεμιστήρες ή ψήκτρες που υπήρχαν ανάμεσα στο φωτοβολταϊκό και στη μόνωση. Πάνω σε αυτή την αρχή βασιστήκαμε για να σχεδιάσουμε και να σας παρουσιάσουμε τώρα το προϊόν όπως εμείς το φανταστήκαμε.

Ελπίζουμε αυτή η πτυχιακή εργασία να δώσει το έναυσμα για νέες πρωτοποριακές ιδέες και σχεδιασμούς προϊόντων και μακάρι να είναι η αρχή ή η βάση και τη δημιουργία ενός καλύτερου ίδιου προϊόντος ή ενός καλύτερου σχεδιασμού. Θα θέλαμε σε αυτό το σημείο, να διευκρινίσουμε ότι το κάθε τι που γράφεται η παρουσιάζεται σε αυτή την πτυχιακή εργασία είναι προϊόν δική μας σκέψης, δικού μας προβληματισμού και δικών μας ιδεών . Δεν υπάρχει τίποτα που να το αντιγράψαμε από κάποιον άλλο. Γενικότερα δεν υπάρχει μεγάλο και ευρύ αντικείμενο σε αυτό το προϊόν. Αν θα ψάξει κάποιος να βρει κάτι αντίστοιχο στο διαδίκτυο, θα διαπιστώσει ότι δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου πηγές για το συγκεκριμένο προϊόν και όσες υπάρχουν είναι πάρα πολύ περιορισμένες. Εμείς βρήκαμε μερικές οι οποίες δεν αποκάλυπταν τα μυστικά του σχεδιασμού και τοποθετήσεις.

Στα επόμενα υποκεφάλαια που ακολουθούν θα σας παρουσιάσουμε τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε, την επιλογή των υλικών (βασιζόμενοι στα δύο προηγούμενα κεφάλαια της πτυχιακής εργασίας) στην οποία καταλήξαμε και στο τέλος θα σας παρουσιάσουμε το τελικό προϊόν που εμείς προτείνουμε για την συγκεκριμένη πρόκληση που προσπαθήσαμε να αντιμετωπίσουμε. Ελπίζουμε να έχουμε κάνει μια καλή προσέγγιση και αντιμετώπιση των θεμάτων στο σύνολό τους.

4.1 Προβλήματα που αντιμετωπίσαμε

Ξεκινώντας, θα σας παρουσιάσουμε τα προβλήματα τα οποία θα απαριθμήσουμε ακολούθως και θα προσπαθήσουμε στη συνέχεια να επιλύσουμε το καθένα ξεχωριστά.

- Πρώτα απ όλα, αντιμετωπίσαμε το πρόβλημα του αερισμού του πανέλου. Όπως είπαμε και στην εισαγωγή προσπαθήσαμε το προϊόν που θα κατασκευάσουμε να μην έχει ψήκτρες ανάμεσα στο πανέλο και στη μόνωση. Επομένως έπρεπε να βρούμε ένα άλλο τρόπο αερισμού του φωτοβολταϊκού πανέλων.

- Δεύτερον και πολύ σημαντικό, ήταν η επιλογή της μόνωσής(του πάχους, του συντελεστή λ, της αντοχής της κ.τ.λ.) . Δηλαδή μια μόνωση, η οποία θα πληρούσε τις προϋποθέσεις για να συνδυαστεί με το πανέλο για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος.

- Τρίτο πρόβλημα που προσπαθήσαμε να αντιμετωπίσουμε, ήταν ο τρόπος τοποθετήσεις και ο τρόπος στήριξης του πανέλου, λόγω της ιδιαιτερότητας του και του βάρους του.

- Τέταρτο πρόβλημα ήταν το μέγεθος του φωτοβολταϊκού πανέλου (καταλήξαμε σε τέσσερα διαφορετικά μεγέθη). Λόγω του αυξημένου βάρους του δεν μπορούσε να είναι όπως το συμβατικό πανέλο.

- Πέμπτο πρόβλημα ήταν η επιλογή των υλικών, ώστε το συνολικό κόστος του προϊόντος να μην είναι πάρα πολύ υψηλό.

- Επιπλέον έπρεπε να διευθετήσουμε και να διευκρινίσουμε να τον τόπο χρήσης(πεδίο εφαρμογής) του συγκεκριμένου προϊόντος που είχε να κάνει με τον προσανατολισμό του κτιρίου και τις αποδόσεις των φωτοβολταϊκών συστημάτων .

- Παρόμοια με το προηγούμενο έπρεπε να διευθετήσουμε και να διευκρινίσουμε τον τόπο χρήσης (πεδίο εφαρμογής) του συγκεκριμένου προϊόντος ως αναφορά την κατανομή σκιάσεων του κτιρίου η των διπλανών κτιρίων(αν υπάρχουν) και την επίδρασή τους στο προϊόν.

- Το τελευταίο, και το πιο δύσκολο ήταν ο σχεδιασμός του προϊόντος (δημιουργήσαμε δύο με τρεις τελικούς και σχεδιασμούς, που τελικά καταλήξαμε σε ένα που πιστεύουμε ότι είναι και ο καλύτερος) προκειμένου να έχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

4.2 Επιλογή Μόνωσης

Η επιλογή της μόνωσής είναι ένα πάρα πολύ σημαντικό στοιχείο του προϊόντος. Είναι δηλαδή η μόνωση που βρίσκεται πίσω από το φωτοβολταϊκό πανέλο. Η επιλογή αυτή καθορίζεται από μια σειρά από ιδιότητες που πρέπει να λάβουμε υπόψη για την επιλογή της με γνώσεις.

Έτσι, οι σημαντικότερες ιδιότητες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή της μόνωσης είναι:

- Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ του υλικού και σε ποια θερμοκρασία αυτός αναφέρεται.
- Η ανώτερη και κατώτερη θερμοκρασία στην οποία διατηρούνται οι ιδιότητές του υλικού.
- Η κατάταξή του από άποψη συμπεριφοράς στη φωτιά (πυράντοχη).
- Η συμπεριφορά του στη γήρανση με το πέρασμα του χρόνου.
- Οι μηχανικές αντοχές του (συμπίεση, συντελεστής γραμμικής διαστολής, κ.λ.π.).
- Οι χημικές αλληλεπιδράσεις με άλλα υλικά, με το περιβάλλον ή με διάφορες χημικές ουσίες.
- Η ηχοαπορρόφηση.
- Το ειδικό βάρος.
- Η αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία.
- Η προσβολή από έντομα ή τρωκτικά.

Εκτός από το παραπάνω μεγάλη σημασία έχει και ο σχεδιασμός - προστασία της μόνωσής. Δηλαδή αν ο σχεδιασμός προστατεύει τη μόνωση και δεν την αφήνει εκτεθειμένη στις καιρικές συνθήκες ή αν η μόνωση σε κάποια σημεία είναι εκτεθειμένοι στον εξωτερικό χώρο.

Σε αντίστοιχα προϊόντα που βρήκαμε στο εξωτερικό και κυρίως την γερμανία , η μόνωση που χρησιμοποιείται είναι ορυκτοβάμβακας σε σχετικά μεγάλα πάχη. Η μόνωση είναι πλήρως προστατευμένη. Δηλαδή η μόνωση προστατεύεται από ένα φύλλο αλουμινίου περιμετρικά και δεν είναι εκτεθειμένοι σε τρωκτικά έντομα ηλιακή ακτινοβολία, ενώ δεν καταπονείται καθόλου. Γι αυτούς τους λόγους χρησιμοποιείται ο ορυκτοβάμβακας , ο οποίος έχει καλό συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ αλλά υστερεί σε όλες τις υπόλοιπες ιδιότητες.

Με βάση τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του κάθε είδους μόνωσης που αναφέραμε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο (3 κεφάλαιο) Θα επιλέξουμε το είδος της μόνωσης που θα χρησιμοποιηθεί για το προϊόν που θα σχεδιάσουμε. Το τελικό προϊόν που θα σχεδιαστεί εμπεριέχει κάποια τιμήματα μόνωσης τα οποία είναι εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο θα διαφοροποιηθούμε από τη συνήθη μόνωση που χρησιμοποιείται (ορυκτοβάμβακας) και θα επιλέξουμε μια πιο ανθεκτική μόνωση και με καλύτερα χαρακτηριστικά, για τις παραπάνω ιδιότητες που προαναφέραμε. Εκτός από τις ιδιότητες που προαναφέραμε σημαντικό το ρόλο έχει και η αισθητική παρουσία της μόνωσης. Επειδή όμως το μεγαλύτερο μέρος της μόνωσης θα σκεπάζεται από το φωτοβολταϊκό πάνελ αυτό έχει δευτερεύοντα σημασία. Δεν πάυει όμως να αποτελεί ένα στοιχείο το οποίο ενδεχομένως μπορεί να καθορίσει το είδος της μόνωσης.

Η μόνωση οποία προτείνουμε για τη δημιουργία του προϊόντος είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη με $\lambda=0,032\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Ο λόγος για τον οποίο επιλέγουμε αυτή τη μόνωση είναι επειδή: Έχει μεγάλη αντοχή σε συμπίεση, έχει μηδενική απορροφητικότητα σε υγρασία (που είναι πολύ σημαντικό) έχει υψηλούς συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, έχει υψηλή αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία και τέλος δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά. Το μειονέκτημα το οποίο αναγνωρίζουμε είναι ότι έχει εύκολη γήρανση με την πάροδο των χρόνων. Αυτό όμως αντιμετωπίζεται όταν έχουμε ένα σχετικά υψηλό πάχος στη μόνωση. Δηλαδή η μόνωση των δύο ή τριών εκατοστών επηρεάζεται από το χρόνο πολύ περισσότερο από αυτήν που έχει πάχος μεγαλύτερο από έξι-εφτά εκατοστά. Σίγουρα η μόνωση η οποία επιλέγουμε είναι ευαίσθητη στην ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό όμως δε σημαίνει κάτι πολύ αρνητικό και δεν είναι απαγορευτικό για την επιλογή της . Θα πρέπει τα σημεία τα οποία είναι εκτεθειμένα στις ακτίνες του ήλιου να προστατευτούν από κάποιο υλικό το οποίο δεν θα τα αφήνει να καταστραφούν. Ένα τέτοιο υλικό θα μπορούσε να είναι μία επάλειψη από ρητινούχο κονίαμα. Με αυτόν τον τρόπο προστατεύεται η μόνωση. Σε αντίθετη περίπτωση ο ορυκτοβάμβακας δεν μπορεί να καλυφθεί με αυτό τον τρόπο. Χρειάζεται να τοποθετηθεί μέσα σε ένα κομμάτι-τμήμα από αλουμινοφύλλο για να είναι προστατευμένος. Δεν επιδέχεται επικάλυψη όπως οι εξηλασμένη πολυστερίνη. Άρα αν τοποθετήσουμε αλουμινοφύλλα για να προστατέψουμε την μόνωση, το κόστος του πάνελου ανεβαίνει πάρα πολύ, πράγμα που προσπαθούμε να αποφύγουμε. Τέλος, η εξηλασμένη πολυστερίνη επειδή έχει μεγάλη αντοχή στη συμπίεση μπορεί να αντέξει και τα φορτία ενός φωτοβολταϊκού πάνελου. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να λειτουργήσει ως "κόντρα" ανάμεσα στο δομικό στοιχείο και στο φωτοβολταϊκό πάνελο χωρίς να μειωθεί το πάχος της.

Για όλους αυτούς τους λόγους που προαναφέραμε πιστεύουμε ότι το υλικό αυτό είναι κατάλληλο για το προϊόν που θέλουμε να δημιουργήσουμε.

4.3 Επιλογή Τεχνολογίας Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Όπως αναφέραμε στο 3^ο κεφάλαιο της πτυχιακής μας εργασίας έχουμε πολλές και διαφορετικές τεχνολογίες φωτοβολταϊκών συστημάτων. Έπρεπε λοιπόν να αποφασίσουμε τι είδος τεχνολογίας φωτοβολταϊκού συστήματος θα επιλέγαμε για το προϊόν που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

Πρέπει να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο ότι υπάρχουν τεχνολογίες, κυρίως στη Γερμανία, που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του λεπτού film το οποίο σφραγίζουν με ειδικό εργαλείο όπου μέσα υπάρχει μονωτικό υλικό (κυρίως ορυκτοβάμβακας) σε μεγάλο πάχος .Αυτό γίνεται κυρίως για αισθητικούς λόγους καθώς το film μπορεί να πάρει διάφορα περίεργα σχήματα με πιο συνηθισμένη μορφή την καμπύλη. Όποτε το λεπτό film θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε αντίστοιχα προϊόντα με αυτό που θέλουμε να κατασκευάσουμε ειδικότερα αν οι επιφάνειες που έχουμε είναι καμπύλες . Όμως για το προϊόν που θέλουμε να κατασκευάσουμε δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί καθώς έχει μικρή παραγωγή kw (χαμηλότερες αποδόσεις) ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Επίσης εξετάσαμε την περίπτωση των υβριδικών πανέλων όπου δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή αντίστοιχων προϊόντων. Τα υβριδικά πάνελ είναι μια καινούρια, νέα τεχνολογία που υπόσχεται πολλά για το μέλλον. Συνδυάζει δύο η περισσότερες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών συστημάτων με αποτέλεσμα να επιτυγχάνει υψηλές αποδόσεις. Όμως ο λόγος που απορρίφτηκε για την κατασκευή του συγκεκριμένου προϊόντος είναι το υψηλό κόστος παραγωγής και το ότι δεν έχει χρησιμοποιηθεί πολύ στην αγορά. Το δεύτερο έχει να κάνει με το ότι το προϊόν που θέλουμε να κατασκευάσουμε, θα έχει μια διάρκεια μεγαλύτερη από είκοσι χρόνια (ίσως και πολύ περισσότερα), συνεπώς δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε υλικά τα οποία είναι αδοκίμαστα και γενικά είναι πολύ εύκολο να χαλάσουν γιατί το κόστος επένδυσης θα είναι αρκετά μεγάλο.

Μετά από πολύ ψάξιμο και μελέτη στο συγκεκριμένο θέμα, καταλήξαμε σε μια παραδοσιακή τεχνολογία φωτοβολταϊκού συστήματος που θα είναι είτε μονοκρυσταλλική είτε πολυκρυσταλλική. Οι τεχνολογίες αυτές είναι δοκιμασμένες και έχει αποδειχτεί ότι έχουν καλές αποδόσεις στο πέρασμα του χρόνου Επίσης δεν είναι ιδιαίτερα ακριβές στην κατασκευή τους και αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι για την κοστολόγηση του προϊόντος. Τέλος επειδή έχουν μεγαλύτερο πάχος υλικού, είναι περισσότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες και σε οποιοδήποτε εξωτερικό παράγοντα που θα επηρεάσει το πάνελ και αυτό είναι πολύ σημαντικό για την κατασκευή του προϊόντος.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ανάμεσα σε αυτές τις δύο τεχνολογίες φωτοβολταϊκών συστημάτων, που πιστεύουμε ότι πρέπει να χρησιμοποιηθούν για το προϊόν που θα κατασκευάσουμε είναι η εμφάνισή τους. Αφ ενός το μονοκρυσταλλικό έχει ένα σκούρο μπλε χρώμα ή σκούρο μαύρο που έχει ένα

κεντρικό σημείο ασημί. Από την άλλη το πολυκρυσταλλικό έχει γαλάζιο χρώμα και είναι τελείως διαφορετικό στην όψη από το μονοκρυσταλλικό. Συνεπώς υπεισέρχεται ο αισθητικός παράγοντας στην επιλογή της τεχνολογίας του φωτοβολταϊκού συστήματος, αντικείμενο το οποίο δεν αποτελεί τμήμα της πτυχιακής εργασίας.

Μια άλλη σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων είναι ότι το μονοκρυσταλλικό δεν μπορεί να κοπεί σε οποιαδήποτε διάσταση του πανέλου ενώ το πολυκρυσταλλικό μπορεί να κοπεί σε οποιαδήποτε διάσταση. Αυτό σημαίνει ότι στην πρώτη περίπτωση έχουμε κάποιο μικρό περιορισμό στις διαστάσεις του πανέλου (που είναι όμως μικρού μεγέθους) ενώ στη δεύτερη υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία στις διαστάσεις του πάνελ.

Τέλος το μονοκρυσταλλικό πάνελ έχει μεγαλύτερη απόδοση από το πολυκρυσταλλικό ανά μονάδα επιφάνειας (σε kw), το οποίο θεωρούμε ότι ίσως κάνει τη διαφορά για να χρησιμοποιήσουμε ένα μονοκρυσταλλικό πάνελ για την κατασκευή του προϊόντος μας. Βέβαια το μονοκρυσταλλικό πάνελ έχει μεγαλύτερο κόστος κατασκευής όμως με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας παρατηρούμε ότι αυτή η διαφορά στο κόστος κατασκευής μεταξύ των δύο πανέλων έχει σχεδόν εξανεμισθεί ,συνεπώς θεωρούμε ότι δεν παίζει καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή της τεχνολογίας φωτοβολταϊκού συστήματος που θα επιλέξουμε και την παραγωγή του τελικού προϊόντος(κοστολόγηση του προϊόντος).

4.4 Επιφάνειες τοποθέτησης του νέου προϊόντος

Σε αυτήν την ενότητα της εργασίας θα αναφερθούμε σε ποιές επιφάνειες του κτιρίου αναφέρεται το νέο προϊόν που έχουμε σχεδιάσει. Πρέπει αρχικά να αναφέρουμε ότι λόγω της διπλής ιδιότητας του προϊόντος, η τοποθέτηση του γίνεται σε κτίρια σημαντικών λειτουργιών για τον άνθρωπο (κατοικίες, επαγγελματικοί χώροι, χώροι συνάθροισης κοινού κ.τ.λ). Είναι προφανές ότι το προϊόν αυτό δεν ενδείκνυται να τοποθετηθεί σε κτίρια για τα οποία δεν απαιτείται η μία τουλάχιστον ιδιότητα του προϊόντος. Το προϊόν δηλαδή, έχει συγκεκριμένες εφαρμογές, στις οποίες και θα αναφερθούμε παρακάτω. Αν ξεχωρίσουμε τις δύο ιδιότητές του προϊόντος, θα παρατηρήσουμε ότι έχουν τελείως διαφορετικά σημεία εφαρμογής. Η μόνωση (η πρώτη ιδιότητα του προϊόντος) μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε επιφάνεια ενός κτιρίου χωρίς να επηρεάζεται από τον προσανατολισμό ή από τις σκιάσεις. Αντίθετα όμως, το φωτοβολταϊκό πάνελ δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε επιφάνεια διότι μειώνεται η απόδοση του. Στις δύο επόμενες υποενότητες θα αναφερθούμε αναλυτικά σε ποιές επιφάνειες μπορεί να τοποθετηθεί τελικά με τη μέγιστη απόδοση και τις δύο ιδιότητες. Οι υποενότητες αυτές είναι ο προσανατολισμός του κτιρίου που και οι σκιάσεις.

4.4.1 Επηρρεασμός λόγω προσανατολισμού

Ο προσανατολισμός του νέου προϊόντος έχει πολύ μεγάλη σημασία για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος (την μια από τις δύο ιδιότητες του προϊόντος). Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας, αναφέραμε αναλυτικά τις αποδόσεις ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε σχέση με τον προσανατολισμό του. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι αν θέλουμε να πετύχουμε υψηλές αποδόσεις, που εμείς θεωρούμε ότι είναι μεγαλύτερες από ενενήντα τοις εκατό , η τοποθέτηση του πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένα σημεία του κτιρίου. Είναι προφανές ότι η τοποθέτηση του νέου προϊόντος δεν μπορεί είναι στις βόρειες, βορειοδυτικές και βορειοανατολικές επιφάνειες ενός κτιρίου. Είναι επίσης προφανές ότι οι επιφάνειες οι οποίες ενδείκνυται να τοποθετηθεί το νέο προϊόν είναι νότιες, νοτιοδυτικές και νοτιοανατολικές επιφάνειες. Επίσης ενδείκνυται να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε δώμα ανεξάρτητου κλίσης.

Το ερώτημα το οποίο προκύπτει, είναι αν μπορεί να τοποθετηθεί σε μια κάθετη επιφάνεια με νότιο προσανατολισμό. Σε αυτήν την περίπτωση του φωτοβολταϊκό σύστημα έχει μειωμένη απόδοση κατά σαράντα τοις εκατό (40%). Δηλαδή η παραγωγικότητα του περιορίζεται στο εξήντα τοις εκατό της συνολικής απόδοσης του. Θεωρούμε ότι η απόδοση αυτή είναι μειωμένη. Όμως δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την εφαρμογή του προϊόντος σε αυτού του είδους τις επιφάνειες. Θεωρούμε επίσης ότι και με αυτήν τη μειωμένη απόδοση, το προϊόν βρίσκει εφαρμογή για κάποιες συγκεκριμένες περιπτώσεις που το επιβάλλουν (είτε για λόγους αισθητικής είτε για λόγους γοήτρου-εντυπωσιασμού είτε για άλλους διάφορους λόγους). Θεωρούμε λοιπόν ότι η εφαρμογή του προϊόντος μπορεί να γίνει ακόμα και σε κάθετους νοτιοδυτικούς νοτιοανατολικούς και νότιους τοίχους. Μετά από έρευνα που κάναμε βρήκαμε πολλά κτίρια όπου το προϊόν αυτό έχει τοποθετηθεί σε ,νότιες ή νοτιοδυτικές ή νοτιοανατολικές επιφάνειες (κάθετους τοίχους) κτιρίων. Ένα από αυτά τα κτίρια βρίσκεται στις νότιες πλαγιές των Άλπεων στη Γαλλία. Στη φωτογραφία που ακολουθεί βλέπουμε την νότια πλευρά του κτιρίου και διακρίναμε επίσης κάποια φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία δεν έχουν τοποθετηθεί για τη μόνωση του κτιρίου. Βέβαια τα φωτοβολταϊκά συστήματα αυτά περιέχουν ανάμεσα στο πάνελ και την μόνωση ψήκτρες οι οποίες λειτουργούν με ηλεκτρισμού όπως προαναφέραμε σε άλλο σημείο της εργασίας μας , για τη μέγιστη απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Βλέπουμε ότι η τελική επιφάνεια που δημιουργείται με το προϊόν αυτό είναι πολύ εντυπωσιακή και καλαίσθητη. Υπάρχουν κι άλλα κτίρια τα οποία έχουν χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο προϊόν (ο αριθμός τους δεν είναι πάρα πολύ μεγάλος). Σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνεται μια σωστή μελέτη πριν από την τοποθέτηση του προϊόντος το οποίο εξασφαλίζει και την μέγιστη δυνατή απόδοση του.



Από ότι γίνεται αντιληπτό το προϊόν αυτό δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε όλες τις επιφάνειες ενός κτιρίου. Δεν αποτελεί δηλαδή πανάκεια μέθοδο εφαρμογής. Ειδικά σε νέες κατασκευές μπορεί να γίνει η σχεδίαση και ο προσανατολισμός του κτιρίου εξαρχής , με βάση το γεγονός ότι θα γίνει η τοποθέτηση του συγκεκριμένου προϊόντος στο κτίριο. Επομένως ο προσανατολισμός του κτιρίου, επομένως και του προϊόντος παίζει πολύ μεγάλη σημασία.

4.4.2 Επηρεασμός λόγω σκιάσεων

Εκτός από τον προσανατολισμό του νέου προϊόντος πολύ σημαντικό το ρόλο έχει και ύπαρξη σκιάσεων στην επιφάνεια που πρόκειται να τοποθετηθεί το προϊόν αυτό. Οι σκιάσεις στο φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να μειώσει την αποδοτικότητα του μέχρι και το ένα τρίτο, δηλαδή μέχρι τριανταέξι τοις εκατό (πίνακας στην υποενότητα 2.3.3).Όπως γίνεται κατανοητό το νέο προϊόν δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε επιφάνειες οι οποίες έχουν σκίασης, παρ όλο που έχουν σωστό προσανατολισμό. Αυτό σημαίνει πολλούς περιορισμούς σε διάφορα αρχιτεκτονικά στοιχεία του κτιρίου. Για παράδειγμα δεν μπορούν να τοποθετηθούν μπατζούρια στα ανοίγματα ή πρόβολοι και μπαλκόνια καθώς δημιουργούν μεγάλες κι σκιάσεις. Αν θέλουμε σκίασης στα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες) τότε πρέπει να τοποθετηθούν ρολά που βρίσκονται πίσω από το προϊόν αυτό. Αν υπάρχουν μπαλκόνια τα οποία δεν μπορούμε να αποφύγουμε τότε πρέπει να αφήσουμε κάποιο κενό τμήμα κάτω από τα

μπαλκόνια ανάλογα με τη μελέτη των σκιάσεων. Αυτό όμως έχει ως συνέπεια την αλλοίωση των όψεων και την μη κάλυψη της συνολικής επιφάνειας από φωτοβολταϊκό πανέλο. Πολύ μεγάλο πρόβλημα προκύπτει επίσης για τα επίπεδα δώματα που έχουν περιμετρικό τοίχιο προστασίας (το οποίο είναι περίπου ένα μέτρο) .Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να αφηθεί ένα κενό γύρω γύρω από το τοίχιο προστασίας το οποίο θα λειτουργεί και σαν διαδρόμους προκειμένου να μην υπάρχουν σκιάσεις στο φωτοβολταϊκό πανέλο. Ή ακόμα και να μειωθεί αυτό το στήθαιο ώστε να μην δημιουργούνται σκιάσεις στο φωτοβολταϊκό πανέλο. Αντίστοιχα προβλήματα υπάρχουν όταν υπάρχει απόληξη κλιμακοστασίου, όταν υπάρχουν κεραιές τηλεόρασης και άλλα εμπόδια τα οποία δημιουργούν σκιάσεις.

Εκτός από τις σκιάσεις των αρχιτεκτονικών στοιχείων του ίδιου του κτιρίου υπάρχουν και οι σκιάσεις που προκύπτουν από φυσικά εμπόδια η παρακείμενα κτίρια. Για παράδειγμα αν έχουμε μια νότια καθαρή όψη ενός κτιρίου η οποία σκιάζετε κατά ένα μεγάλο ποσοστό από κάποιο παρακείμενο εμπόδιο ή γειτονικό κτίριο, τότε η όψη αυτή είναι ακατάλληλη για την τοποθέτηση του προϊόντος αυτού. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και σε δώματα τα οποία μπορεί να έχουν σκιάσεις από τα διπλανά κτίρια.

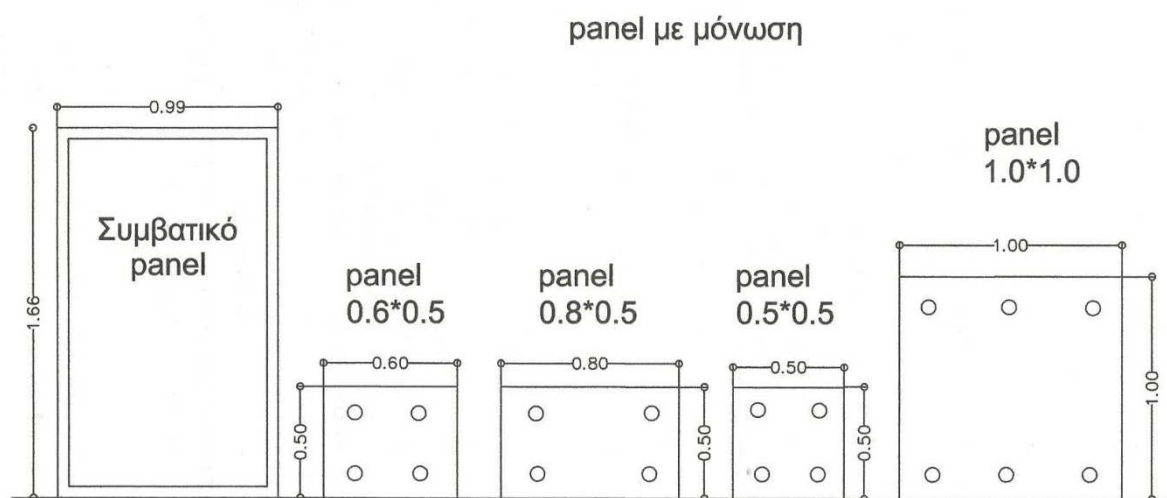
Πάντοτε βέβαια υπάρχει η λύση του solaredge η οποία απομονώνει το κάθε πανέλο ξεχωριστά και περιορίζει πάρα πολύ τις απώλειες του φωτοβολταϊκού συστήματος λόγω το σκιάσεων. Θεωρούμε όμως ότι η λύση αυτή δεν ενδείκνυται για το συγκεκριμένο προϊόν καθώς το κόστος κατασκευής και παρασκευής του προϊόντος είναι ιδιαίτερα υψηλό ,συνεπώς δεν θέλουμε να επιβαρύνουμε περισσότερο (οικονομικά) την όλη επένδυση. Όπως γίνεται αντιληπτό, από αυτή την υποενότητα (υποενότητα 4.4) οι επιφάνειες στις οποίες μπορούμε να τοποθετήσουμε το προϊόν στο οποίο αναφερόμαστε είναι πάρα πολύ περιορισμένες και συγκεκριμένες. Οι επιφάνειες πρέπει να έχουν σωστό προσανατολισμό να μην έχουν σκιάσεις και γενικότερα να ενδείκνυται για την τοποθέτηση αυτού του προϊόντος.

4.5 Σχεδιασμός πάνελ μόνωσης με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία

Έχοντας λάβει υπ όψη μας, όλα όσα αναφέραμε στα προηγούμενα κεφάλαια και στις προηγούμενες υποενότητες προχωρήσαμε στον σχεδιασμό του πανέλου μόνωσης με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Ο σχεδιασμός αυτός έγινε λαμβάνοντας πάντα υπόψη μας τα προβλήματα τα οποία αντιμετωπίσαμε. Παρακάτω θα αναφέρουμε και θα δικαιολογήσουμε τον σχεδιασμό βάσει και άλλων προβλημάτων που προέκυψαν, όπως το βάρος του προϊόντος και το μέγεθος του, την στήριξή του και την τοποθέτηση του, καθώς τον αερισμό του. Υπήρχαν πολλές δυσκολίες, κάναμε αρκετούς σχεδιασμούς και στο τέλος καταλήξαμε σε ένα που πιστεύουμε ότι συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα.

4.5.1 Σχεδιασμός λόγω αυξημένου βάρους

Το προϊόν το οποίο προτιθέμεθα να κατασκευάσουμε έχει μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με ένα συμβατικό πάνελ και αυτό έχει ως συνέπεια να επηρεάσει τον σχεδιασμό του πανέλου. Ένα συμβατικό πάνελ έχει διαστάσεις 1,60*1,00 μέτρα περίπου ενώ αυτό που θα κατασκευάσουμε θα πρέπει να έχει πολύ μικρότερες. Η μόνωση οποία θα χρησιμοποιήσουμε για τη κατασκευή του συγκεκριμένου προϊόντος δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλο βάρος. Όμως το βάρος αυξάνεται λόγω του μεγαλύτερου πλαισίου από αλουμίνιο που θα χρησιμοποιηθεί στο φωτοβολταϊκό πάνελ.



Σύγκριση διαστάσεων συμβατικού και καινοτόμου πανέλου

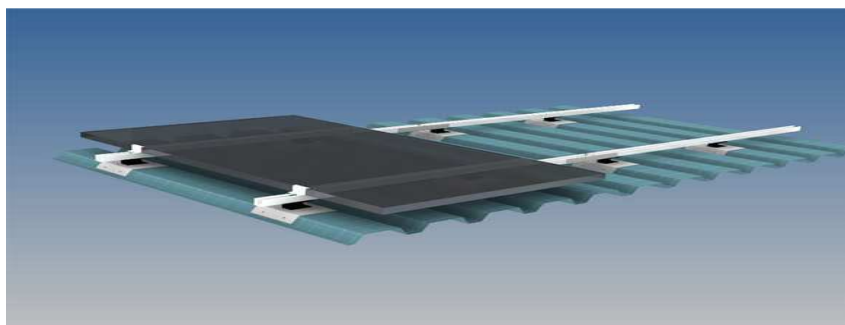
Ένα συμβατικό φωτοβολταϊκό πάνελ έχει βάρος περίπου είκοσι κιλά (20 Kg) (σε διαστάσεις 1.60*1.00 μέτρο περίπου). Δηλαδή, ένα τετραγωνικό περίπου συμβατικού πανέλου έχει βάρος 12,50 kg. Το φωτοβολταϊκό πάνελ που πρόκειται να κατασκευάσουμε υπολογίζουμε ότι θα έχει το διπλάσιο βάρος του σωματικού πανέλου, δηλαδή είκοσι πέντε (25Kg) κιλά περίπου. Το επιπλέον αυτό βάρος δεν οφείλεται στο βάρος της μόνωσης. Η μόνωση η οποία θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για το συγκεκριμένο προϊόν (εξηλασμένη πολυστερίνη) για ένα συμβατικό πάχος από πέντε έως επτά εκατοστά περίπου (5-7cm) έχει ένα βάρος της τάξης του ενός έως ενάμισι κιλού ανά τετραγωνικό (1-1,5 Kg/m²). Το επιπλέον βάρος οφείλεται στο πλαίσιο του αλουμινίου που περικλείει το φωτοβολταϊκό σύστημα. Ένα σύνηθες πλαίσιο για το συμβατικό πάνελ έχει περίπου ένα ύψος πέντε εκατοστά (5 cm). Το υπό σχεδιασμό πάνελ όπου θα κατασκευάσουμε έχει ένα πάχος από δεκαπέντε έως είκοσι εκατοστά (15-20 cm), δηλαδή περίπου δέκα με δεκαπέντε εκατοστά μεγαλύτερο από το συμβατικό. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το βάρος αυξάνεται και συγκεκριμένα διπλασιάζεται. Στη φωτογραφία αυτής της σελίδας κάνουμε σύγκριση ενός συμβατικού πανέλου

με τα υποψήφια σχεδιαζόμενα πανέλα που προτείνουμε για τις διαστάσεις του νέου προϊόντος. Οι διαστάσεις αυτές δεν είναι τυχαίες. Οι τρεις πρώτες έχουν ένα ύψος περίπου μισό μέτρο (0,50 m) ενώ το τέταρτο έχει ως ένα μέτρο (1,00 m). Το πλάτη για τα τρία πρώτα είναι 0,60 , 0,8 και 0,50 και καλύπτουν οποιοδήποτε πλάτους επιφάνειας ή όψης , αφήνοντας το πολύ δέκα πόντους. Δηλαδή για κατασκευαστικούς λόγους προσπαθήσαμε να βρούμε τέτοια μήκη πανέλου ώστε αυτά συνδυαζόμενα μεταξύ τους να καλύπτουν όσο δυνατόν περισσότερα μήκη επιφανειών ή όψεων ώστε να μην αφήνουν κενά δεξιά κι αριστερά των όψων ή των δωματίων. Έτσι καταλήξαμε σε αυτές τις διαστάσεις των τριών πρώτων προτεινόμενων πανέλων. Το τέταρτο και τελευταίο πανέλο το οποίο έχει μήκος και πλάτος ένα μέτρο το κατασκευάσαμε για μεγαλύτερες επιφάνειες προκειμένου να μειώσουμε το χρόνο τοποθέτησης και την εργασιμότητα τοποθέτησης των προϊόντων αυτών σε μια όψη ή ένα δώμα.

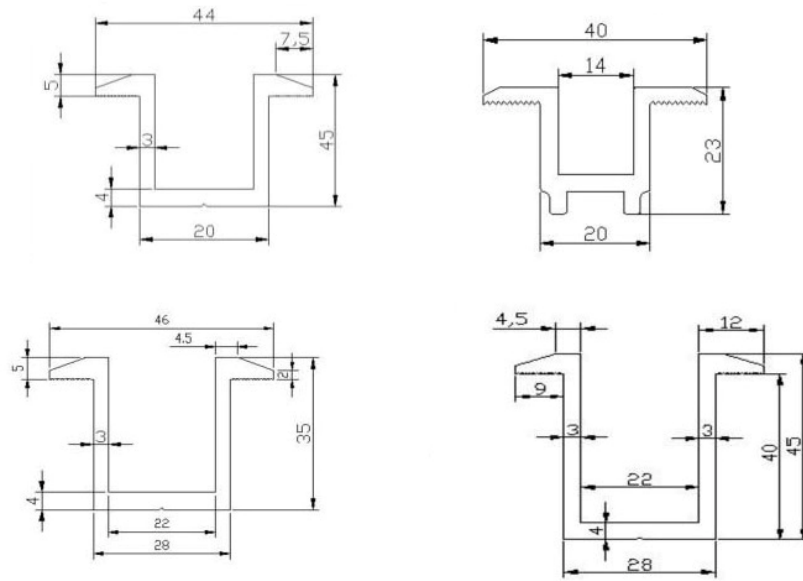
Βέβαια, πρέπει να αναφέρουμε ότι σε αντίστοιχα προϊόντα που κατασκευάζονται κυρίως στη Γερμανία οι διαστάσεις είναι αρκετά μικρότερες, συνήθως διαστάσεις που χρησιμοποιούνται είναι 0,5*0,30 και 0,80*0,20. Αυτές οι διαστάσεις που αναφέρουμε (που χρησιμοποιούνται στη Γερμανία) χρησιμοποιούνται κυρίως σε κεκλιμένες στέγες και πιστεύουμε ότι για μια επίπεδη επιφάνεια είναι καλύτερο να τοποθετηθούν οι διαστάσεις οι οποίες προτείνουμε.

4.5.2 Σχεδιασμός λόγω τοποθέτησης-στήριξης

Η στήριξη του νέου προϊόντος δεν μπορεί να είναι ίδια με τη στήριξη του συμβατικού πανέλου. Μερικοί από τους λόγους που επιτάσσουν νέα στήριξη είναι ότι το νέο προϊόν έχει αυξημένο βάρος επομένως πρέπει να έχει νέα στήριξη. Επίσης το νέο προϊόν θα πρέπει να εφάπτεται της επιφάνειας στην οποία θα τοποθετηθεί, πράγμα που δεν συμβαίνει στο συμβατικό πανέλο. Τα συμβατικά πανέλα τοποθετούνται πάνω σε ράβδους αλουμινίου οι οποίοι απέχουν από την επιφάνεια (στέγη ή όψη) τουλάχιστον δέκα με δεκαπέντε πόντους για τον αερισμό του πανέλου. Ανάμεσα στα πανέλα τοποθετούνται στηρίγματα (βλέπε φωτογραφία- σε διάφορες διαστάσεις που επιθυμούμε μεταξύ των πανέλων), τα οποία βιδώνουν πάνω στους ράβδους αλουμινίου και στηρίζουν τα πάνελ ανά δύο.

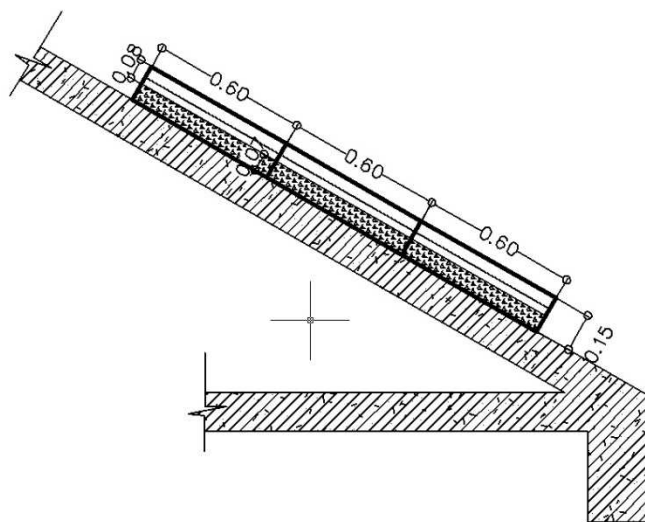


Τοποθέτηση συμβατικού πανέλου σε στέγη



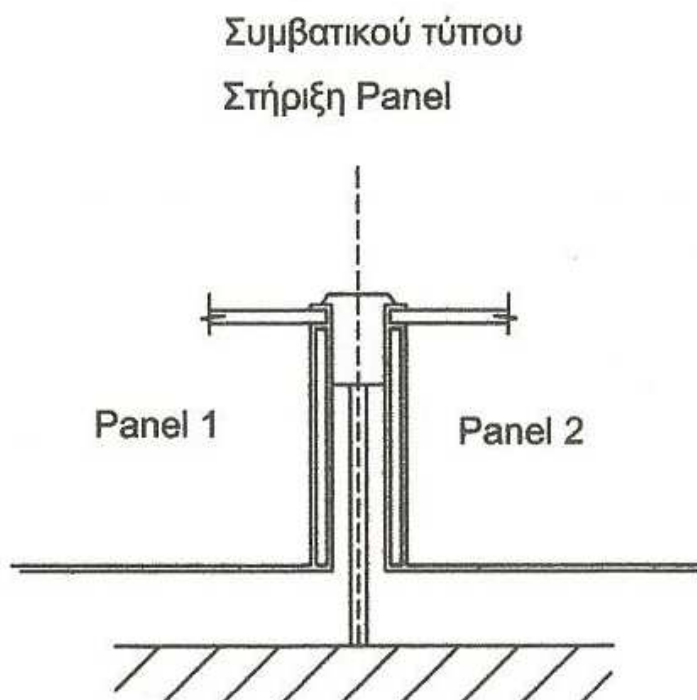
Στηρίγματα συμβατικού πάνελου (ανάμεσα στα πάνελ)

Αυτή η στήριξη δεν μπορεί να γίνει στην περίπτωση της εφαρμογής του νέου προϊόντος. Αν συνέβαινε κάτι τέτοιο τότε ο ρόλος της μόνωσης για το κτίριο θα ήταν ανύπαρκτος. Το προϊόν πρέπει να εφάπτεται πάνω στην επιφάνεια την οποία θα τοποθετηθεί προκειμένου η μόνωση να επιτελεί σωστά το ρόλο της. Δηλαδή δεν θα πρέπει να υπάρχει καθόλου αερισμός-κενό ανάμεσα στην επιφάνεια του κτιρίου και στην μόνωση του νέου προϊόντος. Παρακάτω παραθέτουμε μια σχηματική τομή η οποία απεικονίζει το πως πρέπει να τοποθετηθεί το νέο προϊόν σε μια κεκλιμένη στέγη.



Καινοτόμο πάνελο σε κεκλιμένη στέγη

Στην παρακάτω σχηματική τομή, διαφαίνεται ο τρόπος στήριξη συμβατικού πανέλου με τα εξαρτήματα που τοποθετούνται ανάμεσα στα δύο πανέλα και βιδώνουν πάνω στις ράβδους αλουμινίου που βρίσκονται κάτω από αυτά. Κάτι παρόμοιο είναι αδύνατον να συμβεί για τη στήριξη του νέου προϊόντος.



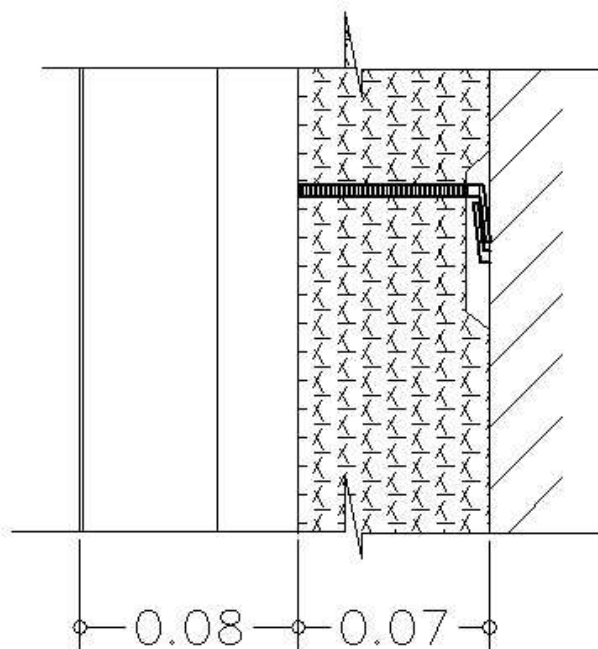
Συμβατικού τύπου στήριξη πανέλου

Το θέμα της στήριξη του νέου προϊόντος ήταν ένα δύσκολο κομμάτι της εργασίας μας και για αυτό το αντιμετωπίσαμε με δύο πιθανά σενάρια, δύο πιθανές λύσεις. Και οι δύο λύσεις είναι δικές μας καινοτόμες ιδέες.

Στην πρώτη λύση υπάρχει ένα στήριγμα το οποίο κουμπώνει σε ένα αντίστοιχο στήριγμα που υπάρχει βιδωμένο στην επιφάνεια που θέλουμε να τοποθετήσουμε το νέο προϊόν. Το στήριγμα αυτό είναι ενσωματωμένο στο πλαίσιο αλουμινίου του φωτοβολταϊκού συστήματος και δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για αστοχία. Η τοποθέτηση του είναι πάρα πολύ απλή καθώς αρκεί μια κίνηση προς τα επάνω και μετά προς τα κάτω για να κουμπώσει πολύ απλά. Είναι μια απλή στήριξη που δεν υπάρχει αντίστοιχη σε παρόμοια προϊόντα που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Η τοποθέτηση αυτή προϋποθέτει την τοποθέτηση βυσμάτων στην επιφάνεια των τοίχων σε συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους και στους δύο άξονες (προς τα επάνω και προς τα κάτω). Μπορούμε να πούμε ότι αυτού του είδους η τοποθέτηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για δώματα (καθώς το βάρος του πανέλου δεν τα αφήνει να φύγουν). Η στήριξη που περιγράψαμε φαίνεται ακολούθως στην ενδεικτική σχηματική τομή που ακολουθεί. Πρέπει να τονίσουμε ότι η σχηματική τομή δεν είναι υπό κλίμακα.

Panel με Μόνωση

Στήριξη Panel π.χ: Κάθετη επιφάνεια



1_η λύση στήριξης νέου πανέλου

Η δεύτερη λύση που σκεφτήκαμε είναι τελείως διαφορετικής φιλοσοφίας από την πρώτη. Στη δεύτερη λύση τοποθετούνται κοιλοδοκοί (50*50 mm) με βύσβατα πάνω στην επιφάνεια, οι οποίοι τοποθετούνται ανά τακτά διαστήματα ανάλογα με το μήκος του φωτοβολταϊκού πανέλου (0.6 ή 0.5 ή 0.8 ή 1.0). Οι κοιλοδοκοί τοποθετούνται κάθετα στην κλίση της στέγης ή του τοίχου, ενώ τοποθετούνται με οποιοδήποτε διάταξη όταν έχουμε μια οριζόντια επιφάνεια. Τα νέα πανέλα έρχονται και τοποθετούνται συρταρωτά ανάμεσα στους κοιλοδοκούς. Πρέπει να έχει υπολογιστεί η απόσταση από την επιφάνεια στους κοιλοδοκούς έτσι ώστε όταν τοποθετηθούν τα πανέλα η μόνωση να εφάπτεται στην επιφάνεια. Με αυτόν τον τρόπο η τοποθέτηση είναι πάρα πολύ απλή και πάρα πολύ εύκολη εφόσον έχει γίνει σωστός υπολογισμός για τις αποστάσεις τοποθέτησης των κοιλοδοκών. Στο τέλος της κάθε σειράς θα πρέπει να τοποθετείται μια τάπα πάνω στον κοιλοδοκό ώστε να μην μπορούν να φύγουν τα φωτοβολταϊκά πανέλα. Σε αυτήν την περίπτωση υπολογίσαμε ότι το βάρος των πανέλων είναι περίπου δύο κιλά (2 Kg) πιο ελαφριά από την προηγούμενη λύση λόγω του μειωμένου πλαισίου από αλουμίνιο. Η διαφορά που αναφέρομαι στα κιλά αφορά καθαρά τα πανέλα και όχι τις πρόσθετες ράβδους απο αλουμίνιο. Βέβαια το πλαίσιο από αλουμίνιο σε αυτή τη λύση

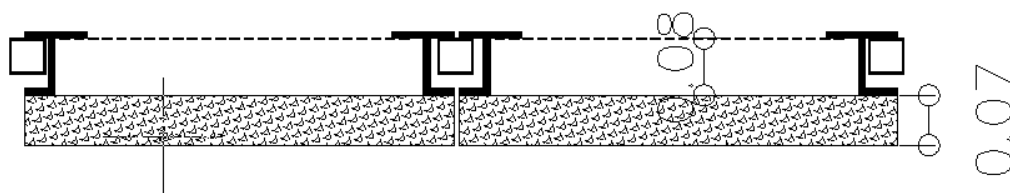
είναι αρκετά διαφορετικό από τις προηγούμενες (συμβατικού πανέλου και πρώτης προτεινόμενης λύσης) και δεν ξέρουμε κατά πόσο είναι εύκολο στην κατασκευή του.

Το πλαίσιο από αλουμίνιο τις πρώτης λύσης που προτείνουμε πλησιάζει πάρα πολύ το πλαίσιο του συμβατικού πανέλου. Είναι δηλαδή μια προέκταση προς τη μόνωση ώστε το ύψος του από πέντε πόντους που είναι του συμβατικού πανέλου, να είναι τουλάχιστον οχτώ. Επίσης πρέπει να προεκτείνεται και πίσω από το πάνελ (δηλαδή να έχει μια πλάτη) ώστε να μπορούν να βιδώσουν πάνω τα βύσματα τα οποία αγκιστρώνουν πάνω στην επιφάνεια στήριξης.

Η δεύτερη λύση είναι τελείως διαφορετική από την πρώτη (συνεπώς και από το συμβατικό πάνελ). Το πλαίσιο από αλουμίνιο είναι τελείως διαφορετικό και πρωτότυπο. Το πλαίσιο σε αυτή την πρόταση στηρίζεται πάνω σε κοιλοδοκούς από αλουμίνιο και όλα τα φορτία πάνε πάνω σε αυτούς που με τη σειρά τους στηρίζονται πάνω στην επιφάνεια στήριξης.

Panel με Μόνωση

Στήριξη Panel π.χ: Οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια



2^η λύση στήριξης νέου πανέλου

Η καθεμία από αυτές τις λύσεις έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Αναζητήσαμε αρκετά να βρούμε τη λύση με τα περισσότερα πλεονεκτήματα. Και οι δύο λύσεις για τον τρόπο στήριξης είναι δικές μας ιδέες και πιστεύω και πρωτοποριακές. Είναι βέβαια απλές λύσεις αλλά αυτό είναι που αναζητούσαμε. Μετά από πολύ σκέψη και ψάξιμο καταλήξαμε σε ένα συνδυασμό των δύο λύσεων. Η δεύτερη λύση πιστεύουμε ότι ενδείκνυται περισσότερο για κεκλιμένες στέγες είτε ξύλινης κατασκευής είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ η πρώτη λύση ενδείκνυται περισσότερο για κατακόρυφες επιφάνειες (όπως τοίχους). Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι η δεύτερη λύση δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε κάθετες επιφάνειες και ότι η πρώτη λύση δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε κεκλιμένες στέγες ή δώματα. Και οι δύο λύσεις είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να εξυπηρετούν τα φωτοβολταϊκά

πανέλα με ενσωματωμένη μόνωση. Κατά την προσπάθεια εύρεσης του νέου αυτού προϊόντος σκεφτήκαμε και άλλες λύσεις οι οποίες όμως τελικά απορρίφθηκαν και θεωρούμε ότι δεν είναι απαραίτητο να παρουσιαστούν σε αυτήν την εργασία.

4.5.3 Σχεδιασμός λόγω αερισμού

Ο αερισμός του φωτοβολταϊκού πανέλου αποτελεί ένα πάρα πολύ σημαντικό στοιχείο για το σχεδιασμό και την κατασκευή του. Στα συμβατικά πανέλα ο αερισμός γίνεται με φυσικό τρόπο. Δηλαδή λόγω του κενού που υπάρχει ανάμεσα στην επιφάνεια στήριξης και στο πανέλο ο αέρας περνάει και τα πανέλα αερίζονται. ο αέρας είναι απόλυτα απαραίτητος για τη σωστή λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος. Αν δεν υπάρχει αερισμός η απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος μειώνεται αισθητά. Αυτό συμβαίνει διότι το πανέλο πρέπει να δουλεύει σε χαμηλή θερμοκρασία η οποία επιτυγχάνεται με την ανανέωση του αέρα που βρίσκεται κάτω από αυτό. Η σημασία της λειτουργίας αυτής γίνεται περισσότερο αισθητή το καλοκαίρι οπότε το φωτοβολταϊκό σύστημα δουλεύει με τη μέγιστη απόδοση του. Το χειμώνα η σημασία του αερισμού δεν είναι τόσο σημαντική καθώς η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι αρκετά χαμηλή και το φωτοβολταϊκό δουλεύει με μειωμένη απόδοση λόγω της μειωμένης ηλιακής ακτινοβολίας.

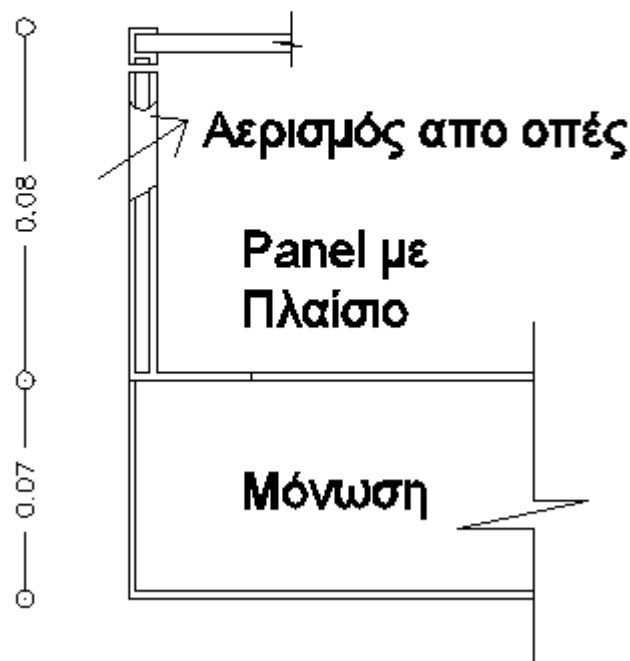
Όπως γίνεται αντιληπτό το νέο προϊόν το οποίο έχουμε κατασκευάσει πρέπει να έχει σωστό αερισμό για τη σωστή λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η λειτουργία του αερισμού στο νέο προϊόν προσπαθήσαμε να επιτευχθεί με φυσικό τρόπο. Στρέψαμε τις προσπάθειές μας προς αυτήν την κατεύθυνση διότι θέλαμε να διαφοροποιηθούμε από τη συνήθη πρακτική όπου συνηθίζεται να τοποθετούνται ψήκτρες ή ανεμιστήρες ανάμεσα στη μόνωση και το πανέλο. Θα ήταν πολύ απλή η τοποθέτηση ανεμιστήρων ανάμεσα στο πανέλο και τη μόνωση με διπλά αποτελέσματα : μειωμένο πάχος πλαισίου από αλουμίνιο και αυξημένη απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος λόγω ψύξης. Και μοναδικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου η κατανάλωση κάποιας ενέργειας για τη λειτουργία των ανεμιστήρων. Εμείς προσπαθήσαμε με απλές μεθόδους να επιτύχουμε τον φυσικό αερισμό του πανέλου.

Θα αναφέρουμε ότι για τις δύο λύσεις που αναφέραμε στην προηγούμενη υποενότητα τον τρόπο αερισμού τους ξεχωριστά.

Ο αερισμός του φωτοβολταϊκού στην πρώτη πρόταση είναι πιο δύσκολος από ότι στη δεύτερη .Αυτό συμβαίνει καθώς τα πάνελ τοποθετούνται έτσι ώστε να εφάπτονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα να δυσκολεύει πάρα πολύ ο αερισμός τους. Η λύση που βρήκαμε για αυτό το πρόβλημα είναι να δημιουργήσουμε οπές γύρω γύρω στο πλαίσιο του πανέλου με διάμετρο τρεις έως τέσσερις πόντους ($D=3-4$ cm).Επίσης οι οπές πρέπει να είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να ωθούν τον αέρα προς τον πάνω για τον καλύτερο αερισμό του φωτοβολταϊκού. Το ύψος του πλαισίου από αλουμίνιο έχει αυξηθεί στους οχτώ πόντους από πέντε που ήταν στο συμβατικό. Για τις διαστάσεις των πανέλων

που χρησιμοποιούμε θεωρούμε ότι το ύψος του πλαισίου είναι αρκετό. Όσο όμως οι διαστάσεις του πανέλου μεγαλώνουν, τόσο το ύψος του πλαισίου πρέπει να αυξάνει συνεπώς και οι οπές πρέπει να μεγαλώνουν. Για παράδειγμα στο φωτοβολταϊκό πανέλο, το οποίο έχει διαστάσεις ένα επί ένα (1,00*1,00) θεωρούμε ότι το ύψος του πλαισίου πρέπει να είναι τουλάχιστον δεκατρείς πόντους(13cm) και οι οπές να έχουν διάμετρο τουλάχιστον πέντε πόντους (5cm). Επομένως δημιουργούνται πολλά κατασκευαστικά προβλήματα εάν θέλουμε να καλύψουμε μια μεγάλη επιφάνεια από φωτοβολταϊκά πανέλα. Δηλαδή τα πανέλα πρέπει να έχουν τις ίδιες διαστάσεις προκειμένου τα πλαίσια τους να έχουν το ίδιο ύψος. Εάν δεν γίνει αυτό τότε θα πρέπει το ύψος των πλαισίων να προσαρμοστεί στη μεγαλύτερη διάσταση (δηλαδή να χρησιμοποιηθεί το μεγαλύτερο ύψος) προκειμένου να υπάρχει το ίδιο ύψος και να βγει μια ομοιόμορφη επιφάνεια. Σας παραθέτουμε μια σχηματική τομή του προϊόντος με τον αερισμό του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Αερισμός Panel

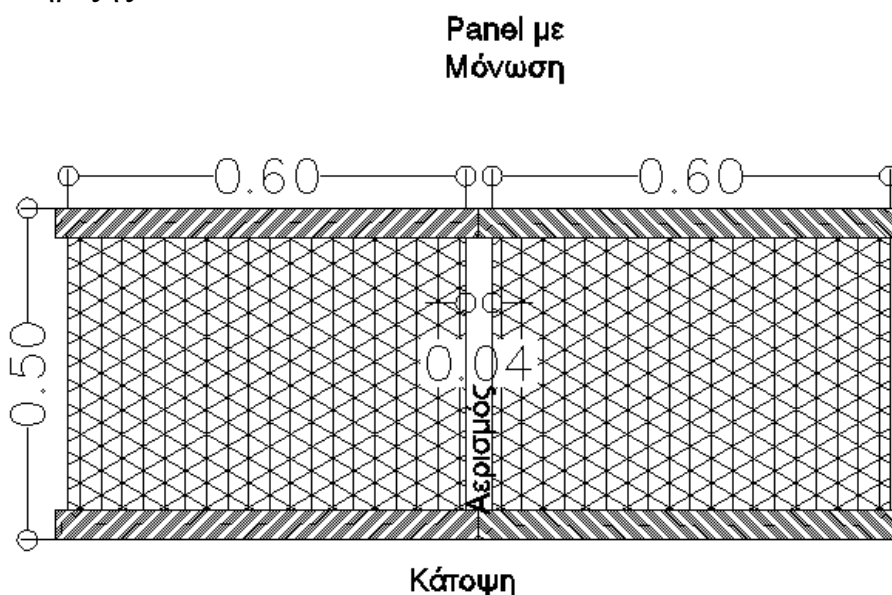


Αερισμός 1ης λύσης πανέλου

Ένα άλλο κατασκευαστικό πρόβλημα το οποίο προκύπτει είναι ότι τα πανέλα δεν θα πρέπει να εφάπτονται μεταξύ τους ώστε ο αέρας που είναι γύρω από το πανέλο να περνάει μέσα από αυτά. Αυτό μπορεί να λυθεί με το τέχνασμα ότι η μόνωση θα προεξέχει ένα με δύο πόντους γύρω γύρω το πλαίσιο του φωτοβολταϊκού πανέλου έτσι ώστε όταν τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο οι μονώσεις να εφάπτονται μεταξύ τους (που έτσι πρέπει να γίνεται) ενώ τα πλαίσια να μην ακουμπάνε μεταξύ τους. Αυτό βέβαια δημιουργεί ένα

αισθητικό θέμα το οποίο αν δε γίνεται αποδεκτό μπορεί να τοποθετηθεί κάποιου είδους υλικό το οποίο αφενός αφήνει τον αέρα να περνάει και αφετέρου να σφραγίζει τα κενά (αισθητικά). Μια τολμηρή λύση που είχαμε σκεφτεί ήταν το ίδιο το πανέλο να έχει κάποιες οπές οι οποίες επιτρέπουν και τον αερισμό του, δηλαδή το ίδιο το πανέλο να αυτοαερίζεται. Το μόνο μειονέκτημα που βρήκαμε σε αυτήν τη λύση ήταν ότι μειώνεται η μηχανική η αντοχή του πανέλου (και μειώνεται και η ωφέλιμη επιφάνεια). Επίσης δεν γνωρίζαμε αν αυτή η λύση μπορεί να κατασκευαστεί τεχνικά και δεν γνωρίζαμε το κόστος για μια τέτοια πρόταση (το οποίο πιστεύουμε ότι είναι πάρα πολύ υψηλό).

Ο αερισμός στο φωτοβολταϊκό πανέλο στη δεύτερη λύση θεωρήσαμε ότι είναι πιο απλός. Η τοποθέτηση των πανέλων σε αυτή την περίπτωση γίνεται το ένα μετά το άλλο σε μια σειρά και ούτω καθ' εξής για πολλές σειρές δεξιά και αριστερά. Σε μια σειρά τοποθέτησης το ένα πλαίσιο εφάπτεται με το επόμενο. Το ίδιο όμως δεν θα πρέπει να συμβαίνει με τα φωτοβολταϊκά. Δηλαδή το φωτοβολταϊκό πρέπει να είναι λίγο μικρότερο από το πλαίσιο στη μια διεύθυνση. Με αυτό τον τρόπο όταν τοποθετηθούν πολλά μαζί θα υπάρχει ένα κενό ανάμεσα στα φωτοβολταϊκά (παρόλο που τα πλαίσια θα εφάπτονται μεταξύ τους) Με αυτήν την πρακτική ανάλογα με το μήκος του πανέλου (0.6 ή 0.5 ή 0.8 ή 1.0) θα δημιουργείται ένα κενό αερισμού. Το κενό αυτό θεωρούμε ότι πρέπει να είναι τουλάχιστον τρεις με τέσσερις πόντους ώστε να επιτυγχάνεται σωστά ο αερισμός του πανέλου. Και πάλι σε αυτή την λύση υπάρχει ένα αισθητικό θέμα το οποίο δεν μπορούμε να αποφύγουμε(καθώς η επιφάνεια δεν θα είναι ενιαία). Αν δεν δημιουργηθεί αυτό το κενό μεταξύ τους, τότε τα πανέλα θα έχουν ένα αερισμό στην αρχή και έναν στο τέλος ο οποίος μπορεί να είναι πολύ μακρινός ο ένας από τον άλλο, ανάλογα με το μήκος της επιφάνεια στήριξης.



Αερισμός 2ης λύσης πανέλου

Το μειονέκτημα σε αυτή την πρόταση είναι ότι το φωτοβολταϊκό δεν στηρίζεται και στις τέσσερις πλευρές αλλά μόνο στις δύο. Αυτό είναι πάρα πολύ σημαντικό μειονέκτημα καθώς είναι πάρα πολύ ευαίσθητο για να σπάσει σε οποιαδήποτε καταπόνηση (λόγω καιρού ή άλλη). Η λύση που σκεφτήκαμε για αυτό το πρόβλημα είναι να τοποθετήσουμε, ανάμεσα στη μόνωση και το φωτοβολταϊκό πανέλο μικρές λεπίδες από σκληρό υλικό (μάλλον πλαστικό ή pvc) ανά δεκαπέντε ή είκοσι πόντους στις οποίες θα στηρίζονται πάνω τα φωτοβολταϊκά. Αυτές οι λεπίδες θα λειτουργούν και σαν αεραγωγοί οι οποίοι θα κατευθύνουν τον αέρα για το καλύτερο αερισμό του πανέλου. Επίσης μια σκέψη που κάνουμε είναι ότι σε αυτές τις σχισμές αερισμού πρέπει να τοποθετηθεί ένα προστατευτικό ειδικό τεμάχιο, το οποίου θα προστατεύει το προϊόν μας από ενδεχόμενα έντομα ή τρωκτικά, τα οποία είναι επικίνδυνο να εισχωρήσουν στο εσωτερικό του φωτοβολταϊκού και να καταστρέψουν την μόνωση ή να κάνουν πολύ μεγαλύτερες ζημιές. Αυτό το ειδικό υλικό μπορεί να είναι ένα πλέγμα ή ένα δίχτυ από σκληρό μεταλλικό υλικό το οποίο θα τοποθετηθεί μεταξύ των πανέλων. Επίσης στο τέλος της κάθε σειράς τοποθέτησης πρέπει να τοποθετείται ένα αντίστοιχο τέτοιο τεμάχιο για τους ίδιους ακριβώς λόγους.

Και στις δύο περιπτώσεις ο αερισμός καθόρισε πολλά στοιχεία στον σχεδιασμό του πανέλου. Εάν δεν υπήρχε το στοιχείο του αερισμού και το φωτοβολταϊκό θα τοποθετούνταν ακριβώς πάνω στη μόνωση και θα είχαν αποφευχθεί πολλά κατασκευαστικά θέματα. Η κατασκευή του θα ήταν πολύ πιο απλή και το βάρος του θα πλησίαζε πάρα πολύ του συμβατικού πανέλου. Δυστυχώς όμως κάτι τέτοιο δεν θα μπορούσε να γίνει. Πολύ πιθανόν στο μέλλον να υπάρξουν τεχνικές οι οποίες να επιτραπούν έναν τελείως διαφορετικό σχεδιασμό.

Βέβαια ακόμα και σε αυτά τα οποία προτείναμε εμείς ως λύση για το νέο προϊόν πρέπει να δοκιμαστούν σε επί τόπου τοποθέτηση στην πράξη για να πιστοποιηθεί ότι λειτουργούν σωστά και όπως τα έχουμε σκεφτεί και υπολογίσει. Εμείς σε αυτή την εργασία, δεν ήταν δυνατόν να προβούμε σε τέτοιες ενέργειες, πιστεύουμε όμως ότι έχουμε πλησιάσει πολύ μια πραγματική κατάσταση.

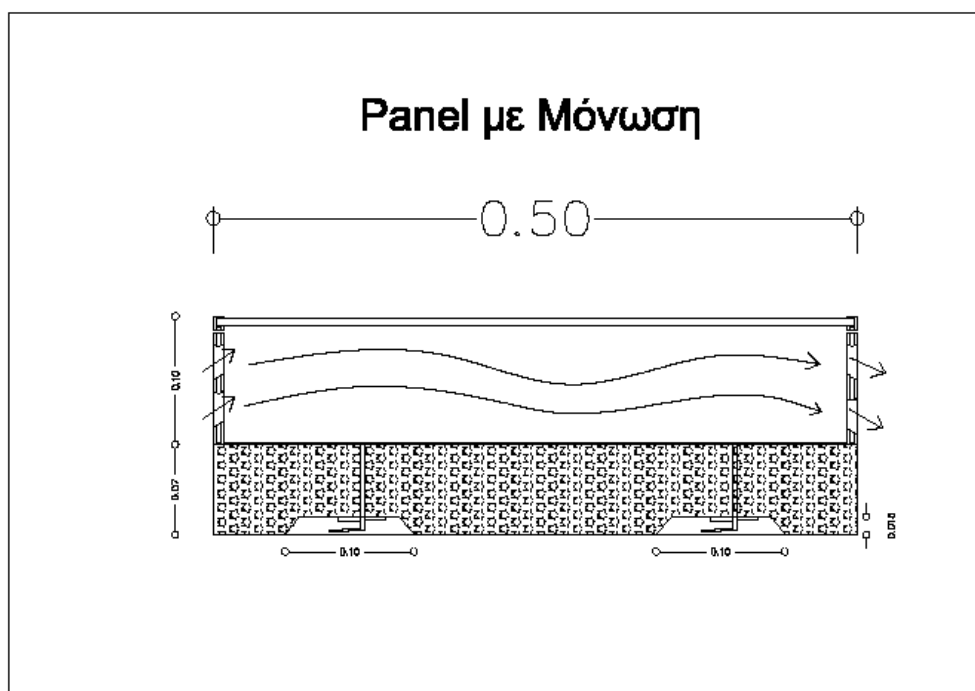
4.5.4 Τελικός σχεδιασμός

Σε όλες τις προηγούμενες ενότητες και υποενότητες αναφέρουμε στοιχεία τα οποία μας βοηθάνε να κατανοήσουμε γιατί προκύπτει αυτός ο τελικός σχεδιασμός. Στην ενότητα δύο και συγκεκριμένα στην αναφορά του Κ.Εν.Α.Κ στην Ελλάδα αναφέραμε τα ελάχιστα απαιτούμενα πάχη μόνωσης. Αν ανατρέξετε σε αυτόν τον πίνακα θα διαπιστώσετε ότι με ένα πάχος μόνωσης 7 cm εξασφαλίζεται η επάρκεια του κτιρίου σε μόνωση για τη ζώνη Α και Β σε κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το προϊόν που σχεδιάσαμε τοποθετήσαμε μια μόνωση πάχους 7cm. Προφανώς αυτό το προϊόν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις υπόλοιπες ζώνες της

Ελλάδος, πόσο μάλλον στο εξωτερικό και σε βορειότερες χώρες. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να σχεδιαστεί ένα άλλο προϊόν με ιδιαίτερα αυξημένα πάχη μόνωσης. Επειδή όμως στην πτυχιακή μας εργασία αναφερόμαστε για ανακαίνιση κτιρίου που βρίσκεται στην Κρήτη περιοριζόμαστε σε αυτό το πάχος της μόνωσης το οποίο επαρκεί για όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Επίσης η Κρήτη βρίσκεται σε πολύ πλεονεκτική θέση σε σχέση με όλη την υπόλοιπη Ευρώπη, όσον αφορά τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συνεπώς και τη χρήση αυτού του προϊόντος.

Επίσης το θέμα της κάλυψης των επιφανειών ενός κτιρίου από μόνωση είναι πάρα πολύ σημαντικό καθώς σχετίζεται με την εξοικονόμηση ενέργειας του κτιρίου. Δηλαδή η ενέργεια η οποία παράγεται να μην καταναλώνεται άσκοπα και όσο το δυνατόν να γίνεται σωστή χρήση αυτής της ενέργειας. Οι μονώσεις είναι σημαντικές ανεξαρτήτως του που βρίσκεται το κτίριο καθώς συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και το χειμώνα και το καλοκαίρι. Το χειμώνα μειώνουν τις θερμικές απώλειες του κτιρίου και το καλοκαίρι μειώνουν τα ψυκτικά φορτία που χρειάζεται το κτίριο για τη ψύξη του. Ιδιαίτερα τα κτίρια στην Κρήτη έχουν ανάγκη από καλές μονώσεις καθώς βρίσκονται σε μεσογειακό κλίμα που έχει αρκετό κρύο του χειμώνα και πολύ ζέστη το καλοκαίρι.

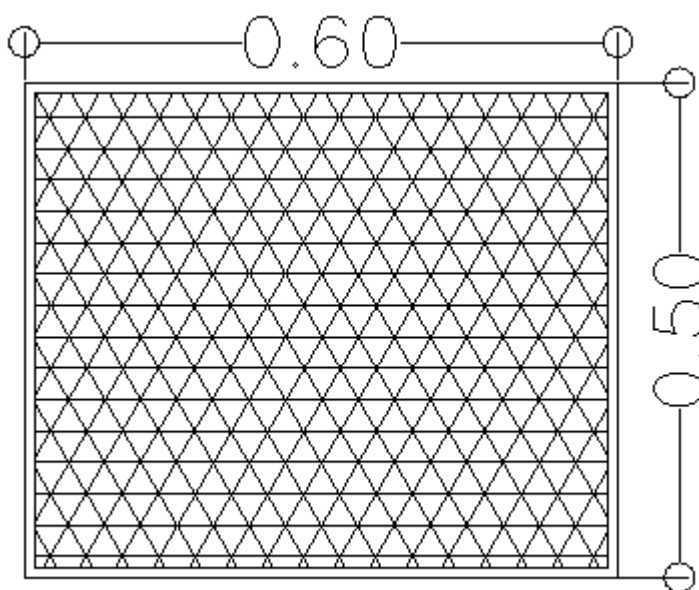
Θα σας παρουσιάσουμε τώρα τον τελικό σχεδιασμό του προϊόντος (δύο προϊόντα) με όσο το δυνατόν περισσότερες κατασκευαστικές λεπτομέρειες μπορούσαμε να προσδώσουμε στα σχέδια (Σχηματικές τομές, κατόψεις).



Τομή 1_{ης} λύσης πανέλου

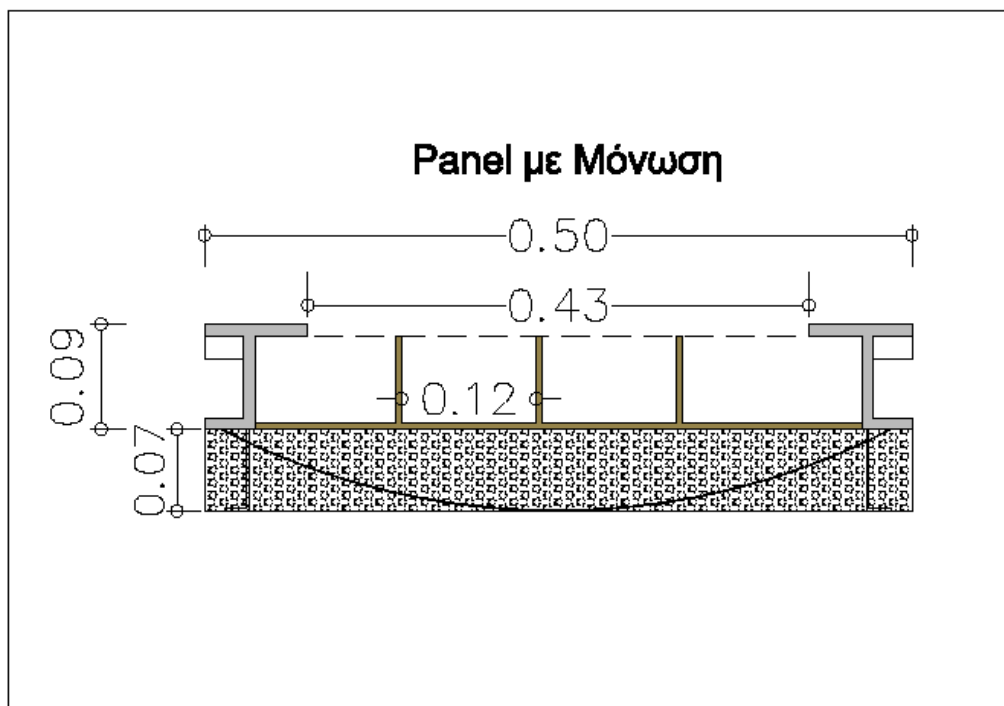
Στην εικόνα της προηγούμενης σελίδας βλέπουμε την σχηματική τομή του πανέλου που σχεδιάσαμε. Η σχηματική αυτή τομή είναι ίδια για όλα τα μεγέθη τα οποία παρουσιάσαμε σε προηγούμενη υποενότητα (εκτός από το μεγάλο πάνελο διαστάσεων 1,00*1,00 που είναι απλά πιο μεγάλη). Στην τομή αυτή φαίνονται καθαρά οι οπές αερισμού, η ροή του αέρα ,τα στηρίγματα, τα πάχη του πανέλου και η στήριξη της μόνωσης.

Παρακάτω, σας παρουσιάζουμε την κάτοψη του φωτοβολταϊκού πανέλου. Όπως βλέπετε δεν έχει καμιά ιδιαίτερη διαφορά με μία κάτοψη ενός συμβατικού φωτοβολταϊκού πανέλου (αν εξαιρέσουμε το μέγεθος) σε αντίθεση με μια σχηματική τομή που είναι εντελώς διαφορετική.



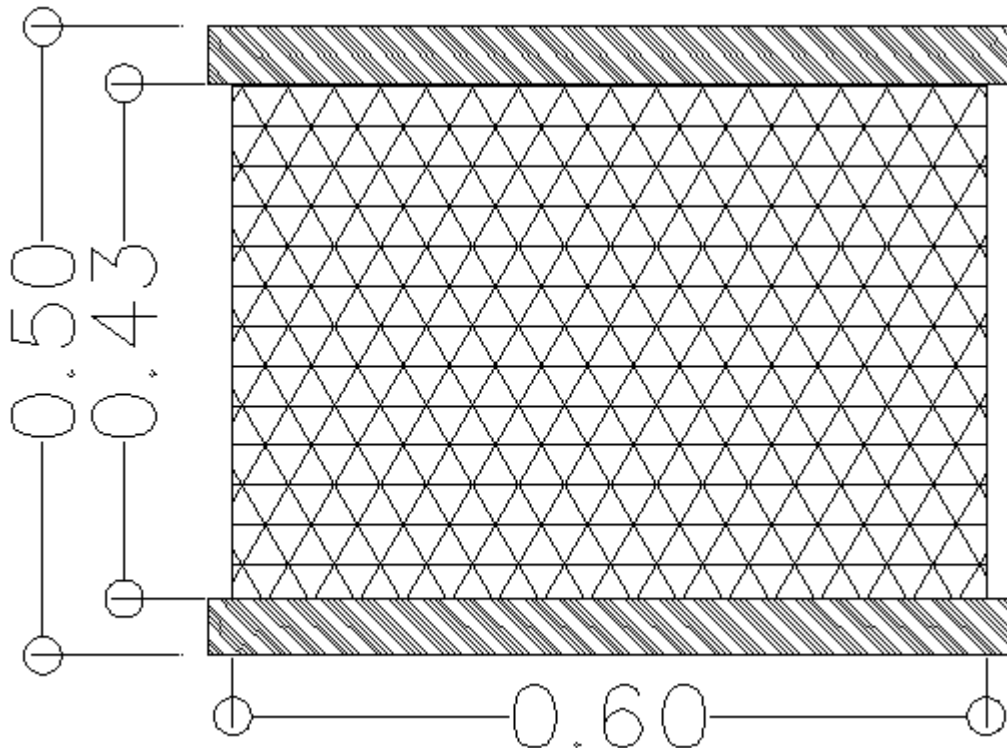
Παρακάτω, βλέπουμε τη σχηματική τομή της δεύτερης λύσης του καινοτόμου φωτοβολταϊκού πανέλου. Παρατηρούμε, ότι δεν μοιάζει καθόλου ούτε με ένα συμβατικό φωτοβολταϊκό, αλλά ούτε με την πρώτη λύση που σας παρουσιάσαμε. Είναι εντελώς διαφορετικό. Στην σχηματική τομή φαίνονται ευδιάκριτα τα πάχη της μόνωσης και του πλαισίου από αλουμίνιο, τα στηρίγματα της μόνωσης, οι εγχοπές μέσα στις οποίες γίνεται η στήριξη του πανέλου (με κοιλοδοκούς από αλουμίνιο) και τα κανάλια αερισμού και στήριξης των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Ένα σημαντικό μειονέκτημα του δεύτερου πανέλου σε σχέση με το πρώτο είναι ότι μειώνεται η ωφέλιμη επιφάνεια εκμετάλλευσης καθώς με τον τρόπο στήριξης του, απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια από αλουμινίου. Ο σχεδιασμός είναι ο ίδιος και για τις άλλες διαστάσεις των πανέλων καθώς αλλάζει μόνο το μήκος του. Ενδεχομένως να πρέπει να αυξηθεί το ύψος του αερισμού σε αυτή την περίπτωση πράγμα το οποίο θα δειχθεί με εργαστηριακές δοκιμές. Είναι

σημαντικό να τονίσουμε ότι τα κανάλια αερισμού πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ένα μαλακό και όχι σκληρό υλικό, προκειμένου να μην τραυματίσουμε τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.



Τομή 2ης λύσης πανέλου

Στην επόμενη σελίδα, βλέπουμε την κάτοψη του δεύτερου πανέλου. Αυτό που παρατηρείται, είναι ότι είναι μια εντελώς διαφορετική κάτοψη σε σχέση με την πρώτη και τη συμβατική λύση. Παρατηρούμε ότι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία στηρίζονται μόνο σε δύο πλευρές (και όχι σε τέσσερις που συνηθίζεται). Επίσης παρατηρούμε ότι το αλουμίνιο είναι σε μεγαλύτερο πάχος απ' ό,τι το συμβατικό το οποίο δεν ξεπερνάει τον ένα πόντο. Επίσης διακρίνεται ότι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κάνουν μια εσοχή με το πλαίσιο αλουμινίου προκειμένου να γίνεται ο αερισμός των πανέλων όπως αναφέραμε στην προηγούμενη υποενότητα. Ενδεχομένως, στις πλευρές τις οποίες τα φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν ακουμπάνε στο πλαίσιο αλουμινίου πρέπει να τοποθετηθούν μέσα σε μια πλαστική διάταξη η οποία θα τα προστατεύει από διάφορες καταπονήσεις (καιρικές και άλλες). Η ωφέλιμη επιφάνεια μειώνεται εφτά πόντους περίπου σε κάθε διάσταση του φωτοβολταϊκού πανέλου. Αυτό θα μπορούσε κάπως να βελτιωθεί αν μειώναμε το πάχος από αλουμίνιο, το οποίο δεν το κάναμε για λόγους αντοχής.



4.5.5 Κοστολόγηση του προϊόντος

Τελευταία αλλά όχι λιγότερο σημαντική είναι η τελευταία υποενότητα της κοστολόγησης του τελικού προϊόντος και η σύγκρισή του με τα συμβατικά πανέλα. Πρέπει σε αυτό το σημείο να ξεκαθαρίσουμε ότι η κοστολόγηση έγινε εμπειρικά από εμάς και ενδεχομένως σε μια πραγματική κατασκευή του προϊόντος να είναι λίγο διαφορετική. Θα προσπαθήσουμε όλες οι τιμές της κοστολόγησης να γίνουν σε αναγωγή ανά τετραγωνικό μέτρο (ευρώ/m²). Με αυτόν τον τρόπο πιστεύουμε ότι διευκολύνουμε των καταναλωτή να κάνει τις δικές του συγκρίσεις για οποιαδήποτε επιφάνεια. Επίσης θέλουμε να ξεκαθαρίσουμε ότι η κοστολόγηση αφορά καθαρά το κομμάτι του πανέλου. Δηλαδή δεν κοστολογούμε μηχανολογικό εξοπλισμό (inverter κ.τ.λ) και κόστη συνδέσεις του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς αυτό το κομμάτι θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι κοινό και για τις δύο περιπτώσεις και οι τιμές του εξαρτώνται πάρα πολύ έντονα από άλλου είδους στοιχεία (Kw, μοντέλα κ.τ.λ).

Επίσης θέλουμε να αναφέρουμε ότι οι τιμές που θα δείτε αναφέρονται στην ελληνική αγορά κι όχι σε κάποια άλλη αγορά (Γερμανία, Ισπανία και άλλες).Θέλουμε επίσης να γίνει κατανοητό ότι οι τιμές αυτές αναφέρονται για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο δηλαδή για το χρονικό διάστημα αρχές 2013.Κάνουμε αυτές τις διευκρινίσεις γιατί πιστεύουμε ότι είναι πάρα πολύ σημαντικές. Οι τιμές των φωτοβολταϊκών συστημάτων αλλάζουν παρά πολύ

από ένα κράτος σε ένα άλλο και αλλάζουν πάρα πολύ με τη πάροδο του χρόνου (Συνήθως οι τιμές μειώνονται με την πάροδο του χρόνου λόγω νέων τεχνολογικών εφαρμογών και ανάπτυξης)

Ξεκινώντας, θα αναφέρουμε κάποιες τιμές για τα συμβατικά πανέλα ώστε να μπορούμε να κάνουμε άμεσα σύγκριση. Στην Ελλάδα, το ένα Watt φωτοβολταϊκού συστήματος κοστίζει περίπου 0,70-0,80 ευρώ. Ένα συνηθισμένο συμβατικό πάνελ (σε διαστάσεις 1,65*1,00) είναι περίπου 235 Watt (225 έως 245 Watt ανάλογα την τεχνολογία που χρησιμοποιεί). Αυτό σημαίνει ότι το ένα φωτοβολταϊκό πάνελ κοστίζει περίπου $235 * 0,75 = 176,25$ ευρώ (Οι τιμές αναφέρονται σε καθαρή αξία χωρίς Φ.Π.Α). Επομένως, το ένα τετραγωνικό μέτρο ($1m^2$) φωτοβολταϊκού συστήματος κοστίζει: $176,25 / 1,65 = 106,80$ ευρώ. Για παράδειγμα αν έχουμε ένα δώμα συνολικής επιφάνειας εκατό τετραγωνικών μέτρων ($100 m^2$) και θέλουμε να το καλύψουμε με φωτοβολταϊκά πανέλα αυτό θα κόστιζε: $100 * 106,80 = 10680$ ευρώ (χωρίς Φ.Π.Α). Στην τιμή αυτή βέβαια δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος τοποθέτησης, οι ράβδοι αλουμινίου που τοποθετούνται κάτω από τα πανέλα και τα βύσματα (ντιζοστίφωνα). Σε μια κεκλιμένη στέγη οι ράβδοι αλουμινίου κοστίζουν ,ανάλογα με την διατομή τους, περίπου 5-6 ευρώ/μέτρο. Στην περίπτωση που το δώμα δεν είναι κεκλιμένο και επιθυμούμε τα πανέλα να τοποθετηθούν υπό κλίση, τότε το κόστος των ράβδων από αλουμίνιο είναι πολύ μεγαλύτερο. Τα ντιζοστρίφωνα κοστίζουν περίπου 2-3 ευρώ/τεμάχιο, ανάλογα με το μήκος τους, ενώ τα εξαρτήματα στήριξης των πανέλων κοστίζουν 1.5-2 ευρώ/τεμάχιο. Το κόστος της τοποθέτησης δεν μπορούμε να το προκαθορίσουμε καθώς εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες που έχει η κάθε επιφάνεια τοποθέτησης.

Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να κάνουμε κοστολόγηση του νέου προϊόντος .Την κοστολόγηση αυτή θα την χωρίσουμε σε τρεις διαφορετικούς τομείς. Στο κόστος της μόνωσης, στο κόστος τοποθέτησης και στο κόστος του νέου ενισχυμένου πανέλου από αλουμίνιο και των εξαρτημάτων.

Θα ξεκινήσουμε με το κόστος της μόνωσης. Το κόστος της μόνωσής το οποίο έχουμε επιλέξει για το φωτοβολταϊκό πάνελ που έχουμε σχεδιάσει, σε πάχος επτά εκατοστών (7cm) κοστίζει περίπου επτά με οκτώ ευρώ ανά τετραγωνικό (7-8 ευρώ/ m^2). Οπότε γίνεται αντιληπτό ότι το κόστος σε σχέση με το συμβατικό πάνελ, αυξάνονται αμέσως περίπου 8 ανά τετραγωνικό πανέλου. Θα συνεχίσουμε με το κόστος τοποθέτησης του νέου πανέλου. Το κόστος τοποθέτησης του νέου πανέλου είναι υψηλότερο από το κόστος τοποθέτησης του συμβατικού πανέλου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το νέο προϊόν είναι μεγαλύτερο σε βάρος (παρ ότι είναι μικρότερο σε διαστάσεις) και η τοποθέτησή του απαιτεί μέγιστη ακρίβεια καθώς η μόνωση πρέπει να εφάπτεται στην επιφάνεια τοποθέτησης χωρίς να αφήνει καθόλου κενά μεταξύ της. Οπότε το συνεργείο τοποθέτησης πρέπει να έχει εκπαιδευτεί για την σωστή τοποθέτηση και συνεπώς τη σωστή λειτουργία του προϊόντος. Μετά από πολύ μελέτη καταλήξαμε ότι το κόστος τοποθέτησης του νέου προϊόντος σε σχέση με το συμβατικό προϊόν αυξάνεται κατά είκοσι πέντε τοις εκατό

(25%) περίπου. Θα συνεχίσουμε με την κοστολόγηση των εξαρτημάτων τοποθέτησης του νέου προϊόντος. Θεωρούμε ότι τα εξαρτήματα στήριξης της συμβατικής μεθόδου και του νέου προϊόντος είναι περίπου στα ίδια μεγέθη. Μετά από υπολογισμούς του κάναμε (κάναμε παράδειγμα εφαρμογής σε 50 m² δώμα) καταλήξαμε σε αυτό το συμπέρασμα .Τα εξαρτήματα αφορούν τα ντιζοστρίφωνα και στηρίγματα με βύσματα. Ενδεχομένως στο νέο προϊόν τα βύσματα πρέπει να είναι πιο ενισχυμένα, αυτό το κόστος όμως είναι δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικό.

Αυτό που αλλάζει σημαντικά στην κοστολόγησή του νέου προϊόντος σε σχέση με το συμβατικό Είναι το πλαίσιο του πανέλου από αλουμίνιο το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο ,πολύ βαρύτερο, και πολύ ακριβότερο. Από ένα πλαίσιο πέντε εκατοστά που είναι το συμβατικό πάνελο καταλήγουμε σε ένα πλαίσιο τουλάχιστον δέκα εκατοστά. Αυτό σημαίνει ότι το κόστος του πλαισίου διπλασιάζεται. Θεωρούμε ότι σε ένα πάνελο το κόστος του πλαισίου είναι περίπου στο 20% της συνολικής αξίας του. Άρα αν το πάνελο κοστίζει 176,25 ευρώ/τεμάχιο (που υπολογίσαμε προηγουμένως) , τότε το κόστος του πλαισίου είναι : $176,25 \cdot 0,2 = 35,25$ ευρώ. Αν τώρα διπλασιάσουμε αυτό το κόστος, τότε το κόστος του πλαισίου για το νέο προϊόν είναι: 70,50 ευρώ . (Παρόλο που το νέο προϊόν έχει μικρότερες διαστάσεις του κόστος του πλαισίου του θα είναι αυτό.)

Τελικά καταλήγουμε ότι το παραπάνω κόστος του νέου προϊόντος είναι 70,50 ευρώ (λόγω πλαισίου) και 8 ευρώ (λόγω μόνωσης).Συνολικά έχουμε επιπλέον κόστος 78,50 ευρώ/m² συν το κόστος τοποθέτησης που το υπολογίσαμε στο 25% παραπάνω. Αυτό του οποίου δεν χρειάζεται σε σχέση με το συμβατικό προϊόν είναι οι ράβδοι αλουμινίου που τώρα πια δεν χρειάζονται να τοποθετηθούν κάτω από το φωτοβολταϊκό σύστημα. Κάναμε μια αναγωγή του κόστους των ράβδων ανά m² και βρήκαμε ότι είναι περίπου 10 ευρώ/m² (με μικρή απόκλιση +/- 2 ευρώ). Επομένως η συνολική διαφορά των δύο πανέλων είναι: $78,50 - 10 = 68,50$ ευρώ/ m². Αν συνυπολογίσουμε και το αυξημένο κόστος τοποθέτησης (το οποίο υπολογίσαμε 25% παραπάνω) τότε το τελικό συνολικό κόστος του νέου προϊόντος καταλήγει στα 85,60 ευρώ/m².

Παρατηρούμε ότι το κόστος του νέου προϊόντος είναι περίπου 80% πάνω από τη συμβατική τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Θεωρούμε ότι η αύξηση της τιμής σε τόσο υψηλό επίπεδο είναι πάρα πολύ σημαντική. Θεωρούμε επίσης, ότι η κοστολόγηση που κάνουμε είναι με πάρα πολύ καλή ακρίβεια κι ότι δεν θα μπορούσαμε να μειώσουμε άλλο τα κοστολόγια νέου προϊόντος. Η κοστολόγηση αφορά και τους δύο νέους τύπους που παρουσιάσαμε. Οι διαφορές μεταξύ τους είναι μικρές και θεωρήσαμε, για την καλύτερη κατανόηση, να παρουσιαστεί η κοστολόγηση σαν ένα προϊόν.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τελευταίο κεφάλαιο της πτυχιακής μας εργασίας θα παρουσιάσουμε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε και θα προσπαθήσουμε να λύσουμε απορίες και εύλογα ερωτήματα που προκύπτουν. Σίγουρα δεν μπορούμε να καλύψουμε το πλήθος των αποριών και εύλογων ερωτημάτων, όμως θα προσπαθήσουμε όσο μπορούμε να πλησιάσουμε και να λύσουμε τις απορίες ενός αναγνώστη της πτυχιακής μας εργασίας.

Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε ήταν τα εξής:

- I. Η χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου προϊόντος, που παρουσιάσαμε και σχεδιάσαμε είναι μια πολύπλοκη υπόθεση. Η χρησιμοποίηση του δεν είναι πανάκεια μέθοδος. Αναφέρεται σε συγκεκριμένα τμήματα ενός κτιρίου και σε ένα συγκεκριμένο αισθητικό αποτέλεσμα.
- II. Για την τοποθέτηση του συγκεκριμένου προϊόντος απαιτείται σωστή μελέτη και σωστή τοποθέτηση από εξειδικευμένο συνεργείο. Υπάρχουν πολλές κατασκευαστικές λεπτομέρειες κατά την τοποθέτησή του που απαιτείται η πλήρη γνώση του προϊόντος.
- III. Απαιτείται η δημιουργία έκθεσης τεχνο-οικονομικής ανάλυσης σε κάθε περίπτωση εφαρμογής ξεχωριστά προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η τοποθέτηση του προϊόντος είναι προς όφελος των καταναλωτών.
- IV. Το προϊόν στο οποίο καταλήξαμε και σας παρουσιάσαμε είναι περίπου 80% ακριβότερο (κατά την κατασκευή του και την τοποθέτηση του) σε σχέση με μια συμβατική-απλή λύση χωρίς μόνωση.
- V. Η σχεδίαση του νέου προϊόντος που έχουμε παρουσιάσει στην εργασία μας, απευθύνεται στην Α και Β κλιματική ζώνη της Ελλάδας. Αυτό έχει να κάνει κυρίως με το πάχος και το είδος της μόνωσής. Για οποιοδήποτε άλλο μέρος εφαρμογής απαιτείται παρόμοιος σχεδιασμός.
- VI. Η εργασία αυτή αποτελεί απλά ένα μικρό κομμάτι μιας εκτεταμένης, αλλά σχετικά πρόσφατης έρευνας που έχει ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων. Επίσης προσπαθεί να παρουσιάσει ένα καινοτόμο προϊόν και να δώσει κάποια συμπληρωματικά στοιχεία στη διεθνή έρευνα και βιβλιογραφία.

Αφού παρουσιάσαμε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε θα προσπαθήσουμε να λύσουμε κάποιες απορίες που ενδεχομένως δημιουργηθούν στο αναγνώστη. Μια σημαντική ερώτηση που θα μπορούσε να κάνει κάποιος είναι γιατί να μην τοποθετήσει τη μόνωση και το φωτοβολταϊκό πάνελο ξεχωριστά (ανεξάρτητα το ένα από άλλο). Τα πλεονεκτήματα του νέου προϊόντος έναντι της ανεξάρτητης τοποθέτησης είναι: 1) Πολύ ταχύτερη τοποθέτηση αφού τα δύο προϊόντα τοποθετούνται ταυτοχρόνως. 2) Αποφυγή της τσιμεντοκονίας-λάσπης που τοποθετείται απαραίτητος πάνω από οποιαδήποτε εξωτερική μόνωση στα δώματα. 3) Αποφυγή τρυπήματος της μόνωσης. 4) Πολύ καλύτερο αισθητικά αποτέλεσμα.

Μια άλλη ερώτηση που θα μπορούσε κάποιος ρωτήσει είναι γιατί δεν είναι τόσο διαδεδομένη η χρήση του και η εφαρμογή του. Η απάντηση σε αυτήν την ερώτηση είναι ότι αυτό γίνεται λόγω του αυξημένου του κόστους. Επίσης η εφαρμογή του είναι περιορισμένη και λόγω του ότι η μέθοδος αυτή είναι καινούργια και δεν έχει δοκιμασθεί. Η ανάπτυξη αυτού του είδους των προϊόντων προωθείτε τα τελευταία χρόνια και πιστεύουμε ότι θα εξελιχθεί πολύ περισσότερο.

Αυτές είναι δύο από τις πολλές ερωτήσεις που απαντήθηκαν στα πλαίσια της πτυχιακής μας εργασίας. Σίγουρα θα υπάρχουν και πολλές περισσότερες ερωτήσεις που θα μένουν αναπάντητες, ή πολύ πιθανόν δεν θα μπορούμε να τις απαντήσουμε διότι το κομμάτι αυτό είναι πολύ καινούριο και σχετικά άγνωστο (με ελάχιστες αναφορές στην διεθνή βιβλιογραφία-και όσες υπήρχαν ήταν πολύ περιορισμένες). Όσο κι αν προσπαθήσαμε σίγουρα θα υπάρχουν πτυχές ανεξερεύνητες για τους αναγνώστες ακόμα και για μας που το ερευνήσαμε περισσότερο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κουρούκλης Βασίλης (2010) - Σημειώσεις Εργαστηρίου **Θ.Ψ.Κ Ι**
2. Κτενιαδάκης Μιχάλης (2010)-**Εφαρμογές Μετάδοσης Θερμότητας**
3. Κτενιαδάκης Μιχάλης (2010)- Σημειώσεις Εργαστηρίου **Θ.Ψ.Κ ΙΙ**
4. Εγκυκλοπαίδεια: <<**Νέα Δομή**>>
5. Μονιάκης Μύρων (2011)-Σημειώσεις **Εργαστηρίου Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων**
6. **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010** (Β΄ έκδοση)
7. Νικόλαος Σακκάς (2012) Σημειώσεις **Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση**
8. Νικόλαος Σακκάς (1999)-**Η Αναδυόμενη Επιχείρηση**
9. Νικόλαος Σακκάς (2011)- Σημειώσεις **Τεχνοοικονομικής Ανάλυσης**
10. Δ.Π.Ψωϊνός (1999)-**Ποσοτική Ανάλυση** (1^{ος} τόμος)
11. <http://www.suntech-power.com> στοιχεία φωτοβολταϊκών πανέλων
12. <http://www.ypeka.gr> εισαγωγικά στοιχεία
13. <http://re.jrc.ec.europa.eu> (Ευρωπαϊκή Κομισιόν)
14. <http://www.helapco.gr> (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών)