

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

**ΣΩΤΗΡΗΣ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ,
ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ,
ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΓΚΟΥΣΚΟΣ**

Πολυτεχνείο Κρήτης,
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Περίληψη

Το κτίριο, το οποίο μελετάται, εκτίθεται σε μεγάλη ηλιοφάνεια και στεγάζει τα γραφεία διοίκησης, εργαστήρια και γραφεία του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, του Πολυτεχνείου Κρήτης, στα Χανιά. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί η επίδραση του προσανατολισμού του κτιρίου στην παραγωγή ενέργειας από -ενσωματωμένο σε αυτό- φωτοβολταϊκό σύστημα (Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ενσωματωμένα στα Κτίρια, ΦΒΕΚ - Building Integrated PhotoVoltaic, BIPV).

Για τον σκοπό αυτό, εξετάστηκαν διαφορετικά σενάρια και αναπτύχθηκε, τρισδιάστατο υπόδειγμα, ώστε να εκτιμηθεί το επίπεδο φωτισμού μέσα στο κτίριο, πριν και μετά την εγκατάσταση των ΦΒΕΚ. Υπολογίζοντας την ενέργεια που παράγεται από τα ΦΒΕΚ, προτείνεται ο βέλτιστος προσανατολισμός του κτιρίου, ώστε αυτή να μεγιστοποιηθεί. Τέλος, μέσω ρουτίνας προσομοίωσης, εκτιμάται η οπτική επίδραση των φωτοβολταϊκών στο εσωτερικό του κτιρίου.

Λέξεις Κλειδιά: ΦΒΕΚ, φωτοβολταϊκά (Φ/Β), αειφόρο κτίριο

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD 2002/91/EC) [1] είναι δυνατόν να αποτελέσει ισχυρό εργαλείο στην προώθηση των ενεργειακά αειφόρων εφαρμογών.

Η μελέτη, που τα αποτελέσματά της παρουσιάζονται στη συνέχεια, υποστηρίζεται από το πρόγραμμα "Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη" της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, μέσω του έργου PURE «Προώθηση της χρήσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Αστικό Περιβάλλον» [2].

Στόχος της μελέτης είναι η παροχή πληροφοριών για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων Ενσωματωμένων στα Κτίρια (ΦΒΕΚ) σε υπάρχοντα κτίρια, όπως επίσης και η ανάλυση της επίδρασης παραμέτρων, όπως ο προσανατολισμός, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, οι ιδιότητες των υλικών και τα ανοίγματα (παράθυρα) στις ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου.

Το κτίριο, που μελετάται, βρίσκεται στα Χανιά Κρήτης, περιοχή η οποία διαθέτει πολύ υψηλό ηλιακό δυναμικό και στεγάζει τα γραφεία διοίκησης και αρκετά γραφεία και εργαστήρια του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος. Το κτίριο εκτίθεται σε πολύ υψηλή ηλιοφάνεια, και σκοπός της μελέτης είναι να ελεγχθεί η επιρροή των Φ/Β στον φωτισμό του κτιρίου.

Με την αξιοποίηση των αρχιτεκτονικών και ηλεκτρομηχανολογικών δεδομένων, που παραχωρήθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Πολυτεχνείου και το λογισμικό Ecotect v5.5, αναπτύχθηκε υπόδειγμα 3-D και εκτιμήθηκε το επίπεδο φωτισμού μέσα στο κτίριο, πριν και μετά την εγκατάσταση των ΦΒΕΚ [3].

Επισημαίνεται ότι, στο πλαίσιο του έργου PURE, έχουν ήδη αναδειχθεί από όλες τις εμπλεκόμενες μονάδες- ζητήματα, όπως [2]:

- Οι δυνατότητες αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσης των Φ/Β, χωρίς συμβιβασμούς στην **αισθητική, την άνεση και την οικονομία**. Τα Φ/Β αποτελούν ιδανικό δομικό υλικό για βιοκλιματικά κτίρια, χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Μπορούν να ενσωματωθούν στα κτίρια με πολλούς τρόπους: στις στέγες, στην πρόσοψη ή ως σκίαστρα.

Μπορούν να αποτελέσουν τμήμα του τοίχου παρέχοντας αδιάβροχο κέλυφος ή να τοποθετηθούν, έτσι ώστε να παρέχουν σκιά, να ενσωματωθούν σε στέγες και εξωτερικούς τοίχους, να αντικαταστήσουν τα κεραμίδια ή τις πλάκες σε μια τυπική στέγη. Οι ημιπερατές συστοιχίες μπορούν να αντικαταστήσουν πολλά κοινά οικοδομικά υλικά με διαφορετικές διαπερατότητες (διπλά/τριπλά τζάμια, γυάλινες προσόψεις, φεγγίτες), διαχέοντας το φυσικό φωτισμό στο εσωτερικό του κτιρίου.

Η πιο εύκολη εφαρμογή, σήμερα στην Ελλάδα, αφορά στην ενσωμάτωση τους στις στέγες. Τα Φ/Β συγκρινόμενα με αρκετά οικοδομικά υλικά είναι οικονομικότερα, ενώ παράλληλα, εκτός από την παραγωγή ενέργειας παρέχουν επιπλέον – σε κάποιο βαθμό – ηχοπροστασία σκίαση, και προστασία από τη θερμότητα και από τις καιρικές συνθήκες.

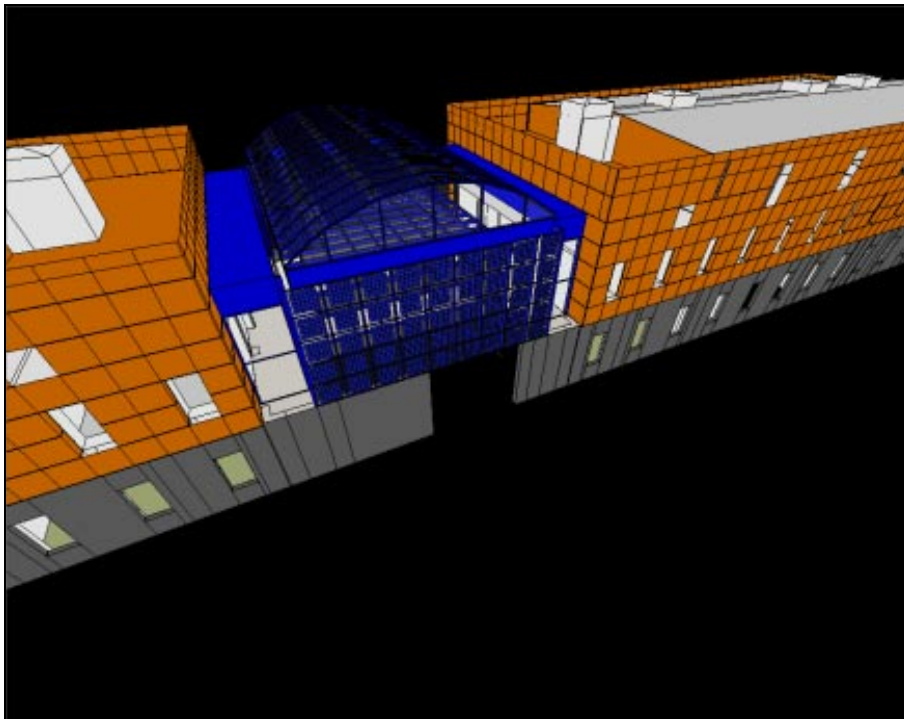
- Τα οφέλη που προκύπτουν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β τόσο στην οικονομία (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αντικατάσταση οικοδομικών και διακοσμητικών υλικών), όσο και στο περιβάλλον (βελτίωση ποιότητας αέρα, συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου κλπ).
- Η σημαντική έλλειψη τεχνογνωσίας και πεπειραμένων εγκαταστατών στη χώρα μας στην εγκατάσταση και στην ανάγκη επιμόρφωσης τεχνικών.
- Η συνεργασία αρχιτεκτόνων και λοιπών μηχανικών για τη σωστή –σε όρους ενεργειακής απόδοσης- ενσωμάτωση Φ/Β συστημάτων σε κτίρια και την καθιέρωση υποχρεωτικής μελέτης για τον σχεδιασμό τέτοιων συστημάτων.
- Το θεσμικό πλαίσιο και οι κανονισμοί της ΡΑΕ για τη σταδιακή και συντονισμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ασφάλεια του δικτύου.
- Η αναγκαιότητα θέσπισης μέτρων και κινήτρων για την ενίσχυση χρήσης Φ/Β στον οικιακό τομέα, ιδιαίτερα των ενσωματωμένων στα κτίρια, καθώς και για την εναρμόνιση της χώρας μας με την Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων και την αξιοποίηση εμπειριών και επιτυχημένων πρακτικών από άλλες χώρες.
- Η δημιουργία μελέτης για το πραγματικό δυναμικό ΑΠΕ της Κρήτης και τις προοπτικές αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος στο νησί.

2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ECOTECT

2.1 Πληροφορίες για το κτίριο και προσομοίωση αυτού

Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι βορειοανατολικός και οι συντεταγμένες του είναι: $35^{\circ}31'58.16''\text{B}$ και $24^{\circ}04'06,05\text{A}$ [4]. Το κτίριο σχεδιάστηκε με χρήση του λογισμικού Ecotect v5.5, στο εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων [5]. Παράλληλα, με την εισαγωγή των προσόψεων αναπτύχθηκε τρισδιάστατο μοντέλο για κάθε αίθουσα. Κατασκευάστηκαν ψηφιακά οι χώροι των εργαστηρίων, οι διάδρομοι, τα γραφεία και, τελικά, ο κεντρικός χώρος του κτιρίου που περιλαμβάνει τη γραμματεία και την αίθουσα συνεδριάσεων του τμήματος.

Με την ολοκλήρωση της «κατασκευής», τα χρώματα των εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών προσαρμόστηκαν, σύμφωνα με τα πραγματικά, ώστε να προσομοιωθεί η κατανομή του φωτός με ρεαλιστικό τρόπο.



Εικόνα 1. Απεικόνιση του κτιρίου

Το κτίριο χωρίζεται σε 2 όμοια τμήματα, τα οποία ενώνονται με ενδιάμεσο τμήμα, κατασκευασμένο, κυρίως, από γυαλί και αλουμίνιο (Εικόνα 1), ώστε να επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Ωστόσο, η τεχνητή σκίαση, του

χώρου είναι αναγκαία σε ημέρες με μεγάλη ηλιοφάνεια και υψηλή θερμοκρασία. Από την άλλη, σημαντικό ποσοστό ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό του κτιρίου, σε ημέρες με νέφωση και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο κτίριο χρησιμοποιούνται λάμπες φθορισμού 16W η καθεμιά.

Τα ΦΒΕΚ εγκαθίστανται για την κάλυψη τμήματος των ενεργειακών απαιτήσεων σε φωτισμό, αλλά και για την παροχή σκίασης στο κεντρικό τμήμα του κτιρίου και στα γραφεία του πρώτου ορόφου.

2.2. Αξιοποίηση Ενσωματωμένων Φωτοβολταϊκών

Για τη μελέτη αυτή έχει γίνει η παραδοχή ότι χρησιμοποιούνται ΦΒΕΚ κρυσταλλικού πυριτίου, ισχύος περίπου 2,15 W/κελί, υπό κανονικές συνθήκες. Η πλευρά κάθε τετραγωνικού κελιού είναι 125 mm και το χρώμα αυτού μπλε.

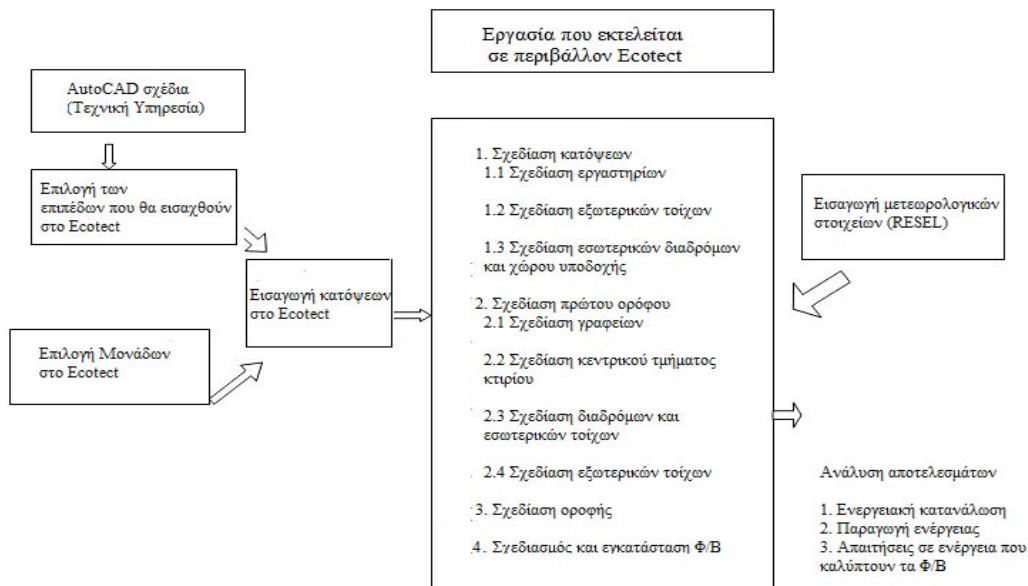
Ανάμεσα στα δύο κελιά υπάρχει κενό 10 mm, ώστε να επιτυγχάνεται η διείσδυση του φωτός. Η κλίση κάθε κελιού, σε σχέση με τη γωνία πρόσπτωσης του ηλιακού φωτός υπολογίζεται από το πρόγραμμα για ολόκληρο το έτος και καθορίζεται η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο.

Τα συστήματα ΦΒΕΚ φέρουν χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα των στοιχείων της εταιρείας Suntech (μοντέλο: Light-Thru). Δύο τύποι ανοιγμάτων παρατηρούνται στο κτίριο. Ο πρώτος αφορά σε παράθυρα 1 m² και ο δεύτερος σε παράθυρα διαστάσεων 1,5 m².

Στη μελέτη, συσκευές σκίασης, με ενσωματωμένα Φ/Β, εγκαθίστανται στο πάνω μέρος των παραθύρων, του πρώτου ορόφου, με νότιο προσανατολισμό. Ένα Light-Thru σύστημα αυτών των διαστάσεων μπορεί να παρέχει 78 W και 129 W, αντίστοιχα.

Στο Διάγραμμα 1 περιγράφεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Διάγραμμα ροής κατασκευής του κτιρίου των Μηχανικών Περιβάλλοντος στο Ecotect



Διάγραμμα 1. Ανάλυση αποτελεσμάτων - Διάγραμμα ροής

3. Ανάλυση σεναρίων

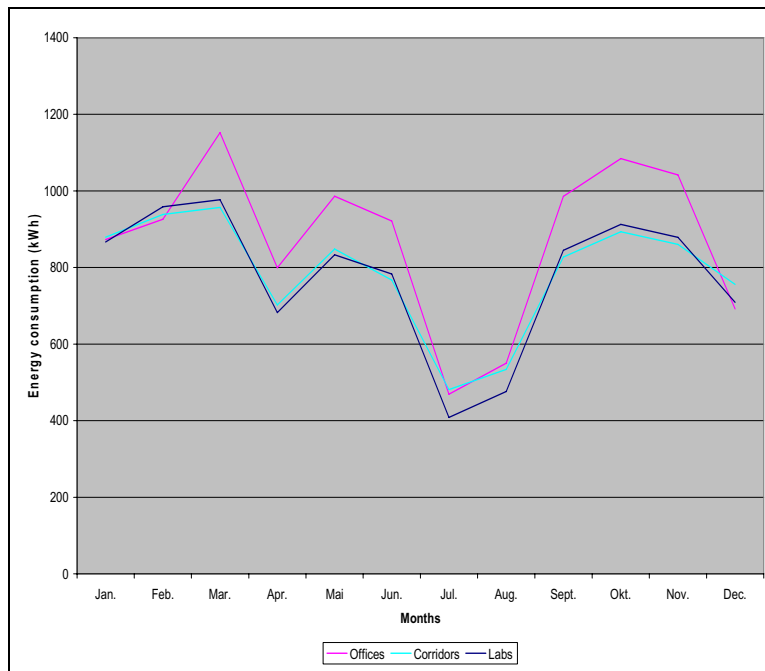
Μετά τη διαμόρφωση των σεναρίων και τον προσδιορισμό κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων, σε σχέση με το ποσοστό κάλυψης του κτιρίου με ΦΒΕΚ, ελέγχθηκε η ενδεχόμενη επίπτωση εναλλακτικών προσανατολισμών του κτιρίου. (πίνακας Ι) [6].

Πίνακας Ι. Εναλλακτικά σενάρια

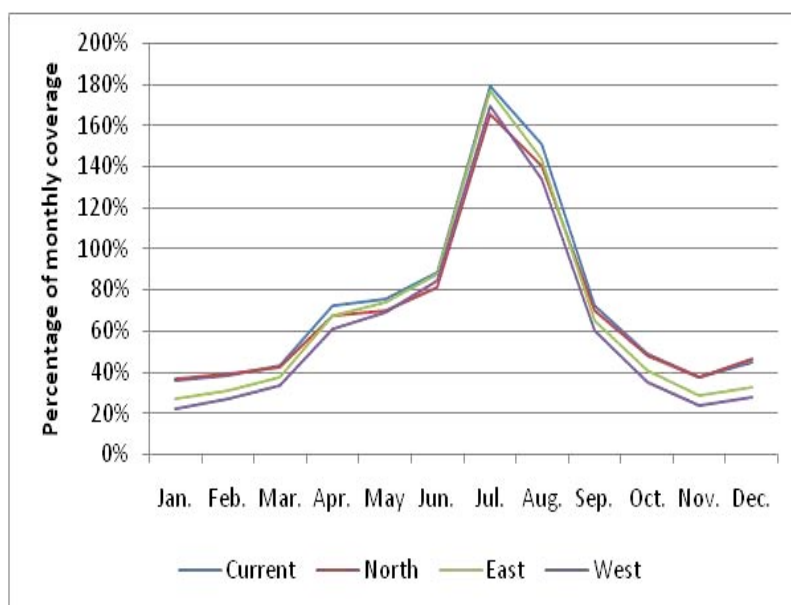
Προσανατολισμός	Παραγωγή ενέργειας (kWh)	Ποσοστό κάλυψης ενέργειας (%)
Ως έχει	19.221	65,70
Βόρειος	18.438	63,03
Ανατολικός	17.357	59,32
Δυτικός	16.036	54,82

Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι 37° από τον βορρά, ενώ τα Φ/Β στοιχεία εγκαθίστανται στη νότια πλευρά του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, τα Φ/Β στοιχεία τοποθετούνται στο πάνω μέρος και στη νότια πλευρά του κεντρικού τμήματος του κτιρίου, και ως συσκευές σκίασης στα παράθυρα. Στα υποθετικά αυτά σενάρια το κτίριο αρχικά προσανατολίζεται

ως έχει. Στη συνέχεια, στρέφεται διαδοχικά προς βορρά, νότο, και τελικά προς την ανατολή. Τα αποτελέσματα θα δείξουν αν ο υπάρχων προσανατολισμός είναι ο βέλτιστος για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης των ΦΒΕΚ. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η ενεργειακή κατανάλωση των λαμπτήρων του κτιρίου. Η ενέργεια υπολογίζεται, λαμβάνοντας υπόψη την ισχύ των λαμπτήρων και το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας τους.



Διάγραμμα 2. Ενεργειακή κατανάλωση από λαμπτήρες στους διαδρόμους, τα γραφεία και τα εργαστήρια

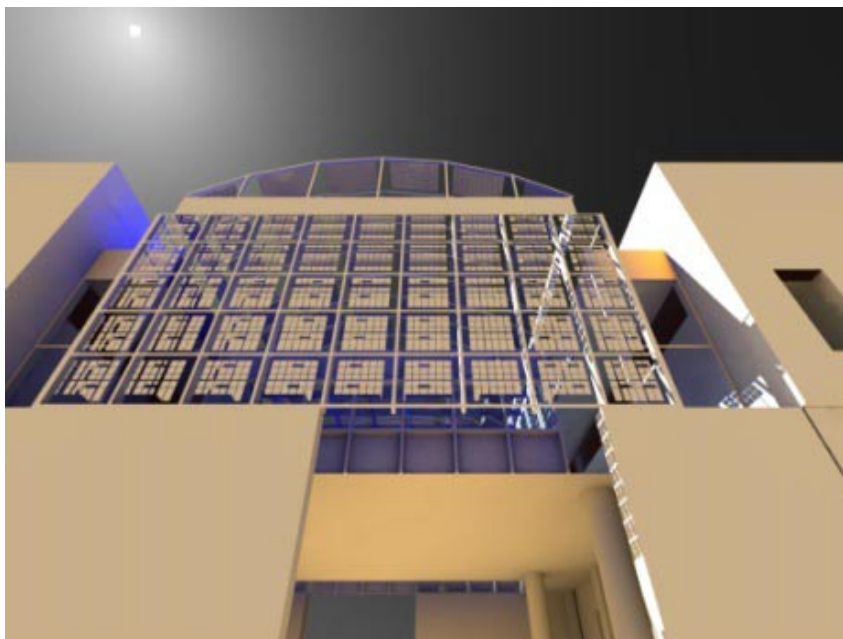


Διάγραμμα 3. Ποσοστό μηνιαίας κάλυψης ανάλογα με τον προσανατολισμό του κτιρίου

Το διάγραμμα 3 επιδεικνύει τη δυνητική μηνιαία ποσοστιαία κάλυψη, στην περίπτωση που η μεταβολή στον προσανατολισμό του κτιρίου ήταν εφικτή.

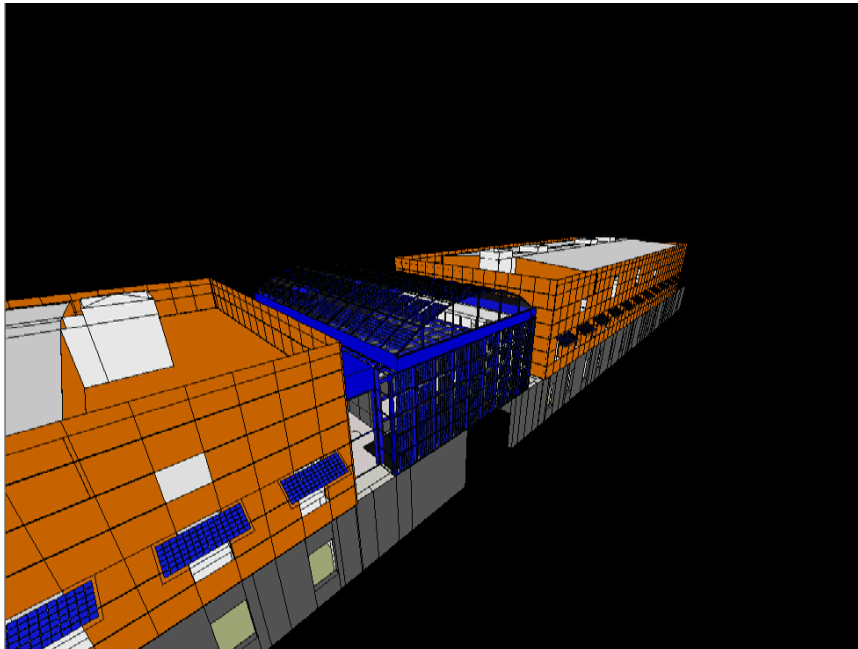


Εικόνα 2. Δορυφορική εικόνα του κτιρίου του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, όπου διακρίνεται ο προσανατολισμός του κτιρίου



Εικόνα 3. Το κτίριο, μετά την τοποθέτηση των ΦΒΕΚ, με χρήση του λογισμικού Radiance

Στην εικόνα 3 εμφανίζεται το κεντρικό τμήμα του κτιρίου, στο οποίο έχουν τοποθετηθεί τα Φ/Β. Η εικόνα προέκυψε από το λογισμικό Radiance [7], χρησιμοποιώντας στοιχεία εισόδου από τη βάση δεδομένων του Ecotect.



Εικόνα 4. Απεικόνιση του κτιρίου, μετά την ενσωμάτωση των ΦΒΕΚ, μέσω του λογισμικού Ecotect

Η εικόνα 4 απεικονίζει την ενσωμάτωση των ΦΒ στο κτίριο και οπτικοποιεί το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης, εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα για τον υπάρχοντα προσανατολισμό του κτιρίου, ο οποίος αποδεικνύεται ως ο βέλτιστος για την παραγωγή ενέργειας. Συμπεραίνεται, επίσης, πως τα Φ/Β όχι μόνο μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα κτίριο, χωρίς αισθητικά προβλήματα, αλλά και η ενσωμάτωσή τους ενδέχεται να βελτιώνει την εμφάνιση του κτιρίου. Επιπλέον, εάν τοποθετηθούν σε μεγάλα ανοίγματα παραθύρων, τα ΦΒΕΚ μπορούν να προσφέρουν σκίαση και ταυτόχρονα να παράγουν ενέργεια. Το ποσοστό κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, όπως αυτό προκύπτει από την ανάλυση, είναι αξιοσημείωτο -αυτό, κυρίως, οφείλεται στο υψηλό ηλι-

ακό δυναμικό της Κρήτης, στα μεγάλα ανοίγματα παραθύρων του κτιρίου, και στις καλές καιρικές συνθήκες, που διατηρούνται στο νησί, κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.

Προτείνεται, ωστόσο, η λειτουργία πιλοτικής μονάδας, σε κλίμακα, ώστε να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα της μελέτης, πριν την τελική εγκατάσταση Φ/Β στο κτίριο. Η μονάδα είναι δυνατόν να αξιοποιεί τυπικά Φ/Β πάνελ, ανά κατηγορία εφαρμογής, ώστε να ληφθούν πραγματικά δεδομένα ενεργειακής παραγωγής σε κλίμακα. Παράλληλα, προτείνεται να προηγηθεί λεπτομερής οικονομική ανάλυση της εγκατάστασης, ώστε να επιλεγεί η βέλτιστη λύση. Περαιτέρω τεχνικοοικονομική ανάλυση απαιτείται για τη μεγιστοποίηση της κάλυψης ενέργειας, σε σχέση με τον φωτισμό του κτιρίου.

5. ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΡΓΟ PURE

Το έργο PURE υποστηρίζεται από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα "Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη" (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ΓΔ Ενέργειας και Μεταφορών) και προωθεί την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων, ενσωματωμένων σε κτίρια σε Ευρωπαϊκές περιοχές, με μεγάλο ηλιακό δυναμικό και υστέρηση στην εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων. Οι στόχοι του θα επιτευχθούν μέσω «Επιδεικτικών Κόμβων», μια εγκατάσταση που στεγάζει εκθεσιακές, ενημερωτικές και εκπαιδευτικές εκδηλώσεις για την αποτελεσματική διάδοση και ένταξη της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας στη ζωή των πόλεων και την ενθάρρυνση και υποστήριξη τοπικών και περιφερειακών ενεργειακών προγραμμάτων.

Οι κύριες δράσεις του PURE περιλαμβάνουν:

- Αξιοποίηση τεχνογνωσίας και βέλτιστων πρακτικών από άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.
- Σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β Κόμβων Επίδειξης (*Photovoltaic Demo Relay Node, PV-DRN*) σε 5 χώρες: Ισπανία, Πορτογαλία, Ιταλία, Ελλάδα και Σλοβακία.
- Υποστήριξη ανάπτυξης διασυνδεδεμένων Φ/Β συστημάτων και της αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσής τους σε κτίρια οικιακής ή εμπορικής χρήσης σε τοπικό -περιφερειακό επίπεδο.
- Ανάλυση και καταγραφή των τεχνικοοικονομικών λύσεων για την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια.

- Μεταφορά των βέλτιστων πρακτικών και παραδειγμάτων της αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσης Φ/Β συστημάτων.
- Πληροφόρηση για τη νομοθεσία, σε εθνικό επίπεδο, που αφορά στην υλοποίηση της οδηγίας 2002/91/ΕΚ, για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων στην Ευρώπη των 25 ,
- Ενέργειες διάδοσης και προώθησης σε τοπικές αρχές, επιστημονικούς και επαγγελματικούς συλλόγους –αρχιτέκτονες/μηχανικούς/βιομηχανία κατασκευών, νέους επιστήμονες, σπουδαστές και απλούς πολίτες,

Οι Φ/Β κόμβοι αποτελούνται από:

- Μόνιμο εκθεσιακό χώρο, με επιδεικτικά συστήματα σε λειτουργία, τεχνική πληροφόρηση για Φ/Β εγκαταστάσεις, καθώς και καινοτόμες τεχνολογίες ή κατασκευαστικές λύσεις, φωτογραφικό/ενημερωτικό υλικό από παραδείγματα αρχιτεκτονικής ένταξης Φ/Β σε κτίρια οικιακής ή εμπορικής χρήσης,
- Πειραματική περιοχή, όπου οι επισκέπτες θα μπορούν να δουν πειράματα και διαδραστικά Φ/Β μοντέλα, με τη βοήθεια εξειδικευμένου τεχνικού προσωπικού, με μόνιμη έκθεση υλικών και εφαρμογές τεχνολογιών.
- Αίθουσα πολυμέσων, με οπτικοακουστικό υλικό από πραγματικές , Φ/Β εγκαταστάσεις και δυνατότητα διασύνδεσης με τους άλλους κόμβους επίδειξης του έργου.
- Σημείο επαφής και ενημέρωσης για τεχνικά, οικονομικά, νομοθετικά θέματα σχετικά με την ενσωμάτωση και ανάπτυξη Φ/Β συστημάτων σε αστικό περιβάλλον.
- Αίθουσα διοργάνωσης εκδηλώσεων, όπως εργαστήρια, θεματικά σεμινάρια για επαγγελματίες και εκπροσώπους της αγοράς, καθώς και εκπαιδευτικές ημερίδες για σπουδαστές/μαθητές.

Συμμετέχοντες φορείς του έργου είναι οι:

- ROBOTIKER (τεχνολογικό κέντρο- Ισπανία)
- EVE (ενεργειακό κέντρο, Ισπανία)
- Scheuten Solar Germany (κατασκευαστής ΦΒ module, Γερμανία)
- Instituto Superior Tecnico (πανεπιστήμιο, Πορτογαλία)

- Slovak Energy Agency (ενεργειακό κέντρο, Σλοβακία)
- Provincia de Savona (τοπική αυτοδιοίκηση, Ιταλία)
- Πολυτεχνείο Κρήτης - Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος – (Ελλάδα)

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] European Commission, "Environmental Performance, 2002/91/EC Directive, June 2002
- [2] www.pure-eie.com, 06/2008
- [3] www.ecotect.com, 09/2007
- [4] www.maps.google.com, 12/2007
- [5] www.enveng.tuc.gr/Labs/abes_lab_en.htm, 09/2007
- [6] S. Papantoniou, T. Tsoutsos, "Building integrated PV application in the island of Crete", 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 1st to 5th September 2008, Valencia, Spain
- [7] radsite.lbl.gov/radiance/HOME.html, 03/2008

Την αποκλειστική ευθύνη για το περιεχόμενο του εντύπου έχουν οι συγγραφείς του. Οι απόψεις, που εκφράζονται στην παρούσα έκδοση, δεν απηχούν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν αναλαμβάνει οποιαδήποτε ευθύνη, όσον αφορά στη χρήση, ή στην όποια βλάβη μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα της χρήσης, αυτών των πληροφοριών. Η μελέτη αυτή υποστηρίζεται από το πρόγραμμα "Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, μέσω του έργου «Πρόωθηση της χρήσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Αστικό Περιβάλλον» (PURE, Contract N°: EIE-2005-051-SI2.420200).