



**Πολυτεχνείο Κρήτης**

**Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης**

---

**Μετατροπή Συνεδριακού Κέντρου σε  
Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης στα  
Πρότυπα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας**

---

Διπλωματική Εργασία

**Σούκουλη Αναστασία**

Επιβλέπων

Γεώργιος Αραμπατζής, Επίκουρος Καθηγητής

**Χανιά, Ιούλιος, 2021**





## **Πολυτεχνείο Κρήτης**

**Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης**

---

### **Μετατροπή Συνεδριακού Κέντρου σε Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης στα Πρότυπα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας**

---

Διπλωματική Εργασία

**Σούκουλη Αναστασία**

Εγκρίθηκε από την εξεταστική επιτροπή:

**Γεώργιος Αραμπατζής**

Επίκουρος Καθηγητής

Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

\_\_\_\_\_

**Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης**

Βαθμίδα

Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

\_\_\_\_\_

**Γεώργιος Τσιναράκης**

Βαθμίδα

Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

\_\_\_\_\_

**Χανιά, Ιούλιος, 2021**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Αραμπατζή Γεώργιο για την καθοδήγηση και τις υποδείξεις του καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας καθώς και για την εμπιστοσύνη που έδειξε εξαρχής αναθέτοντας μου το συγκεκριμένο θέμα. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καλογεράκη Αντώνιο για την συνεισφορά του στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας αλλά και για την συνεχή υποστήριξη και βοήθεια του όλο αυτό το διάστημα.

## Περίληψη

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Δεκέμβριο του 2019 παρουσίασε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, ένα σχέδιο δράσης με στόχο μια κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη, απαλλαγμένη από την χρήση συμβατικών ορυκτών καυσίμων. Η συμφωνία βρίσκει εφαρμογή σε όλους τους τομείς της οικονομίας, από τη βιομηχανία και τις μεταφορές μέχρι τα τρόφιμα και τη γεωργία και επεκτείνεται στον κτιριακό τομέα, που αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub>. Μέσα από τη στρατηγική «Κύμα Ανακαινίσεων» προωθούνται ανακαινίσεις δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων με σκοπό την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης και τον μηδενισμό των αέριων ρύπων τους. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα πραγματοποιηθεί μελέτη για την ενεργειακή αναβάθμιση του Συνεδριακού Κέντρου της Ορθόδοξης Ακαδημίας Κρήτης (ΟΑΚ) με στόχο τη μετατροπή του σε Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης σύμφωνα με τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Πιο συγκεκριμένα, θα καθοριστούν σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης που αφορούν στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου της ΟΑΚ με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θα πραγματοποιηθεί η ενεργειακή αξιολόγησή τους στη βάση κατάλληλων δεικτών ενεργειακής αποδοτικότητας. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί τεχνοοικονομική αξιολόγηση των σεναρίων, ώστε να επιλεγεί αυτό που είναι οικονομικά αποδοτικότερο. Τέλος, θα παρουσιαστούν μελλοντικές προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης οι οποίες θα καλύπτουν τις βασικές αρχές της Πράσινης Συμφωνίας.

# Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Πίνακας Περιεχομένων.....	6
Κατάλογος Πινάκων .....	7
Κατάλογος Εικόνων.....	8
Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
Κεφάλαιο 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ .....	14
2.1. Το νέο «Κύμα Ανακαινίσεων» της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας .....	14
2.2. Θεσμικό Πλαίσιο της ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων .....	17
2.3. Πρόοδος της ΕΕ στην Επίτευξη του Στόχου της Ενεργειακής Αποδοτικότητας .....	20
2.4. Ελληνική Νομοθεσία για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων .....	23
2.5. Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Κτίρια .....	26
2.5.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	26
2.5.2. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας.....	29
2.5.3. Βιομάζα.....	32
2.5.4. Ανεμογεννήτριες σε κτίρια .....	33
2.5.5. Κυματική Ενέργεια .....	36
2.5.6. Οικολογική διαχείριση υδάτων.....	38
Κεφάλαιο 3 :ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	40
Κεφάλαιο 4 :ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	42
Κεφάλαιο 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	45
5.1. Σενάριο 1ο.....	47
5.2. Σενάριο 2ο.....	61
5.3. Σενάριο 3ο.....	70
5.4. Σύγκριση Σεναρίων .....	77
Κεφάλαιο 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	111

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Κόστος φ/β .....	58
Πίνακας 2: Συνολικό κόστος εγκατάστασης .....	58
Πίνακας 3: Ετήσια Έξοδα .....	59
Πίνακας 4: ΚΠΑ εναλλακτικών .....	60
Πίνακας 5: ΕΒΑ εναλλακτικών .....	60
Πίνακας 6: Περίοδος αποπληρωμής εναλλακτικών .....	60
Πίνακας 7: Κόστος ανεμογεννήτριας .....	64
Πίνακας 8: Κόστος ανεμογεννήτριας .....	65
Πίνακας 9: Κόστος εναλλακτικών .....	68
Πίνακας 10: Ετήσια έξοδα .....	69
Πίνακας 11: ΕΒΑ εναλλακτικών .....	69
Πίνακας 12: ΚΠΑ εναλλακτικών .....	69
Πίνακας 13: Περίοδος αποπληρωμής εναλλακτικών .....	70
Πίνακας 14: Κόστος φ/β .....	75
Πίνακας 15: Συνολικό κόστος επένδυσης .....	76
Πίνακας 16: Ετήσια έξοδα .....	76
Πίνακας 17: ΕΒΑ εναλλακτικών .....	76
Πίνακας 18: ΚΠΑ εναλλακτικών .....	76
Πίνακας 19: Περίοδος αποπληρωμής εναλλακτικών .....	76
Πίνακας 20: Σύγκριση 1 <sup>ου</sup> και 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	77
Πίνακας 21: Σύγκριση σεναρίων .....	77
Πίνακας 22: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας θερμότητας .....	80
Πίνακας 23: Σύστημα συλλογής βρόχινου νερού .....	80

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 1:</b> Πρόοδος και στόχοι της ΕΕ στην κατανάλωση πρωτογενούς και τελικής ενέργειας .....	22
<b>Εικόνα 2:</b> Συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και απαιτήσεις των κρατών μελών για τις τιμές πρωτογενούς κατανάλωσης σε μονοκατοικίες.....	23
<b>Εικόνα 3:</b> Συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και απαιτήσεις των κρατών μελών για τις τιμές πρωτογενούς κατανάλωσης σε μονοκατοικίες.....	23
<b>Εικόνα 4:</b> Κατανομή Ανά Ενεργειακή Κατηγορία Νεόδμητων/ΡΙζικά Ανακαινιζόμενων Κτιρίων Κατοικιών (2011-2019).....	25
<b>Εικόνα 5:</b> Ποσοστό κατανομής Π.Ε.Α. ανά ενεργειακή κατηγορία και έτος για το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον-Ι».....	26
<b>Εικόνα 6:</b> Φωτοβολταϊκά πάνελ σε κτίρια .....	27
<b>Εικόνα 7:</b> Φωτοβολταϊκά σε πρόσοψη κτιρίου.....	28
<b>Εικόνα 8:</b> Τρόποι ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε στέγη .....	28
<b>Εικόνα 9:</b> Φωτοβολταϊκά κεραμίδια.....	29
<b>Εικόνα 10:</b> Solar Square .....	29
<b>Εικόνα 11:</b> Χρήση κλειστού συστήματος γεωθερμίας σε κτίρια .....	31
<b>Εικόνα 12:</b> Χρήση ανοικτού συστήματος γεωθερμίας σε κτίρια .....	31
<b>Εικόνα 13:</b> Τηλεθέρμανση.....	33
<b>Εικόνα 14:</b> Ανεμογεννήτριες σε κτίρια .....	34
<b>Εικόνα 15 :</b> Συστήμα αξιοποίησης κυματικής ενέργειας στο Ηράκλειο Κρήτης .....	37
<b>Εικόνα 16 :</b> Μετατροπέας κυματικής ενέργειας .....	37
<b>Εικόνα 17:</b> Σύστημα επαναχρησιμοποίησης λυμάτων .....	38
<b>Εικόνα 18:</b> Συλλογή νερού από πράσινη οροφή .....	39
<b>Εικόνα 19:</b> Σχέση ΚΠΑ και ΕΒΑ.....	41
<b>Εικόνα 20:</b> Κτιριακό Συγκρότημα ΟΑΚ( Δεξιά: Πρώτο κτίριο- Αριστερά :δεύτερο κτίριο) .....	42
<b>Εικόνα 21:</b> Καθορισμός προσανατολισμού & κλίσης $\varphi/\beta$ .....	46
<b>Εικόνα 22:</b> Καθορισμός συστήματος.....	46
<b>Εικόνα 23:</b> Ετήσια παραγωγή.....	47
<b>Εικόνα 24:</b> Εισαγωγή Τεχνικών Χαρακτηριστικών Φωτοβολταϊκού.....	48
<b>Εικόνα 25:</b> Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου .....	48
<b>Εικόνα 26:</b> Καθορισμός Συστήματος.....	49
<b>Εικόνα 27:</b> Συνοπτικά Αποτελέσματα.....	49
<b>Εικόνα 28:</b> Ετήσια παραγωγή $\varphi/\beta$ .....	50
<b>Εικόνα 29:</b> Εισαγωγή Τεχνικών Χαρακτηριστικών Φωτοβολταϊκού.....	51
<b>Εικόνα 30:</b> Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου .....	51
<b>Εικόνα 31:</b> Καθορισμός Συστήματος.....	52
<b>Εικόνα 32:</b> Συνοπτικά Αποτελέσματα.....	52
<b>Εικόνα 33:</b> Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγγεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο .....	53
<b>Εικόνα 34:</b> Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου .....	53
<b>Εικόνα 35:</b> Καθορισμός Συστήματος.....	54
<b>Εικόνα 36:</b> Συνοπτικά Αποτελέσματα.....	54



<b>Εικόνα 37:</b> Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο .....	55
<b>Εικόνα 38:</b> Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών φ/β.....	56
<b>Εικόνα 39:</b> Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου .....	56
<b>Εικόνα 40:</b> Καθορισμός συστήματος.....	57
<b>Εικόνα 41:</b> Συνοπτικά Αποτελέσματα.....	57
<b>Εικόνα 42:</b> Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο .....	58
<b>Εικόνα 43:</b> Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας .....	62
<b>Εικόνα 44:</b> Μέσες μηνιαίες τιμές ανέμου στο Κολυμπάρι.....	62
<b>Εικόνα 45:</b> Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro.....	63
<b>Εικόνα 46:</b> Ηλεκτρικά Αποτελέσματα.....	63
<b>Εικόνα 47:</b> Μηνιαία παραγωγή ανεμογεννήτριας.....	63
<b>Εικόνα 48:</b> Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας .....	64
<b>Εικόνα 49:</b> Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro .....	64
<b>Εικόνα 50:</b> Αιολικό δυναμικό στο Κολυμπάρι.....	65
<b>Εικόνα 51:</b> Ηλεκτρικά Αποτελέσματα.....	65
<b>Εικόνα 52:</b> Μηνιαία παραγωγή ανεμογεννήτριας .....	65
<b>Εικόνα 53:</b> Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας.....	66
<b>Εικόνα 54:</b> Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro.....	66
<b>Εικόνα 55:</b> Ηλεκτρικά Αποτελέσματα.....	67
<b>Εικόνα 56:</b> Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα .....	67
<b>Εικόνα 57:</b> Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro.....	67
<b>Εικόνα 58:</b> Ηλεκτρικά Αποτελέσματα.....	68
<b>Εικόνα 59:</b> Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα .....	68
<b>Εικόνα 60:</b> Καθορισμός υβριδικού συστήματος.....	71
<b>Εικόνα 61:</b> Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο .....	71
<b>Εικόνα 62:</b> Καθορισμός συστήματος.....	72
<b>Εικόνα 63:</b> Ηλεκτρικά Αποτελέσματα.....	72
<b>Εικόνα 64:</b> Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα .....	72
<b>Εικόνα 65:</b> Καθορισμός συστήματος.....	73
<b>Εικόνα 66:</b> Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο .....	74
<b>Εικόνα 67:</b> Καθορισμός συστήματος.....	74
<b>Εικόνα 68:</b> Ηλεκτρικά Αποτελέσματα.....	75
<b>Εικόνα 69:</b> Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα .....	75
<b>Εικόνα 70:</b> Πλωτός κυματικός μετατροπέας .....	81
<b>Εικόνα 71:</b> Υβριδικό σύστημα κυματικού μετατροπέα, ανεμογεννήτριας και φωτοβολταϊκού.....	81
<b>Εικόνα 72:</b> Διοχέτευση των ανέμων μέσω της χωροθέτησης της βλάστησης .....	91
<b>Εικόνα 73:</b> Επίδραση φύτευσης κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο .....	91
<b>Εικόνα 74:</b> Θερμομόνωση από ξυλόμαλλο .....	93
<b>Εικόνα 75:</b> Θερμομόνωση από φελλό.....	93
<b>Εικόνα 76:</b> Θερμομόνωση από μαλλί προβάτου.....	94
<b>Εικόνα 77:</b> Θερμομόνωση από Biofiber.....	94
<b>Εικόνα 78:</b> Φυτεμένο δώμα .....	95

<b>Εικόνα 79:</b> Λειτουργία ηλιακού αίθριου .....	97
<b>Εικόνα 80:</b> Δεξιά σκίαστρα για νότιο προσανατολισμό-Αριστερά κατακόρυφα σκίαστρα για δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό.....	98
<b>Εικόνα 81:</b> Λειτουργία ηλιακής καμινάδας.....	99
<b>Εικόνα 82:</b> Κατάλληλος σχεδιασμός ανοίγματος οροφής για την αποφυγή θάμβωσης.	100
<b>Εικόνα 83:</b> Διαδοχικές ανακλάσεις σε φωταγωγό.....	100



## Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η σύγχρονη κοινωνία. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η εξόρυξη και η χρήση ορυκτών πόρων, η γεωργία, η αποψίλωση δασών κτλ. προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκήπιου στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη. Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια σε παγκόσμια κλίμακα για τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και τη σταδιακή υιοθέτηση εναλλακτικών και ταυτόχρονα φιλικών προς το περιβάλλον λύσεων ώστε να καλύπτει ο άνθρωπος τις ανάγκες του.

Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε τον Δεκέμβριο του 2019 την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, ένα σχέδιο δράσης με στόχο μια κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη έως το 2050. Οι τομείς εφαρμογής της είναι αλληλένδετοι και έχουν ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, καθώς δεν αφορούν μόνο στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην προστασία του περιβάλλοντος, αλλά βρίσκουν εφαρμογή και σε τομείς όπως ο ενεργειακός, η βιομηχανία, οι μεταφορές, η γεωργία και τρόφιμα, ο κτιριακός και η βιοποικιλότητα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στον τομέα των κτιρίων και πιο συγκεκριμένα, στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων της Ορθόδοξης Ακαδημίας Κρήτης (ΟΑΚ), σύμφωνα με τις βασικές αρχές που ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστούν σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του Συνεδριακού Κέντρου της ΟΑΚ με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), όπου αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της Πράσινης Συμφωνίας για τον κτιριακό τομέα. Στόχος είναι να καταστεί η ΟΑΚ ενεργειακά ανεξάρτητη από τις συμβατικές ρυπογόνες πηγές ενέργειας και να καλύπτει εξ ολοκλήρου τις ενεργειακές ανάγκες της από ΑΠΕ.

Η διπλωματική εργασία έχει την ακόλουθη δομή: Στο **1<sup>ο</sup> κεφάλαιο** (εισαγωγικό) γίνεται αναφορά στο αντικείμενο και τον στόχο της διπλωματικής εργασίας. Στο **2<sup>ο</sup> κεφάλαιο** παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική επισκόπηση, όπου αναλύεται η στρατηγική «Κύμα Ανακινήσεων» της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων σε Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε προηγούμενα θεσμικά πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση του κτιριακού τομέα καθώς και στην υπάρχουσα Ελληνική νομοθεσία. Τέλος, γίνεται εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που μπορούν να ενσωματωθούν σε κτίρια. Στο **3<sup>ο</sup> κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μεθοδολογία και τα λογισμικά που θα χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση και την τελική επιλογή των σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης. Στο **4<sup>ο</sup> κεφάλαιο** γίνεται μια σύντομη περιγραφή του κτιριακού συμπλέγματος και των ενεργειακών

αναγκών της ΟΑΚ. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι βασικές αρχές και οι περιορισμοί στη βάση των οποίων διαμορφώθηκαν τα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης που θα εξεταστούν στο επόμενο κεφάλαιο. Στο **5<sup>ο</sup> κεφάλαιο** παρουσιάζονται αναλυτικά τα σενάρια αναβάθμισης με τη χρήση ΑΠΕ καθώς και η τεchnοοικονομική ανάλυση τους με σκοπό την εύρεση του οικονομικά αποδικότερου σεναρίου που καλύπτει εξ' ολοκλήρου τις ανάγκες της ΟΑΚ σε ηλεκτρική ενέργεια. Τέλος, στο **6<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν καθώς και μελλοντικές προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, οι οποίες καλύπτουν τις υπόλοιπες βασικές αρχές της στρατηγικής «Κύμα Ανακινήσεων» της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

## Κεφάλαιο 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1. Το νέο «Κύμα Ανακαινίσεων» της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας

Στην ΕΕ τα κτίρια ευθύνονται περίπου για το 40% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται ενώ από το στάδιο κατασκευής τους και καθ' όλη την διάρκεια χρήσης τους έχουν υψηλές απαιτήσεις σε ενεργειακούς και ορυκτούς πόρους. Σήμερα, το ετήσιο ποσοστό ανακαινίσεων στα κράτη της ΕΕ κυμαίνεται από 0.4% έως 1.2%, ποσοστό που πρέπει τουλάχιστον να διπλασιαστεί για να επιτευχθούν οι στόχοι ενεργειακής αποδοτικότητας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σκοπεύει να ενισχύσει τα υπάρχοντα και να διαθέσει νέα χρηματοδοτικά μέσα για να ξεκινήσει ένα ισχυρό «κύμα ανακαίνισης» όλων των δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων στην ΕΕ – ιδίως σχολεία, νοσοκομεία και κατοικίες. Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης μέσω ενός κύματος ανακαίνισης αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης πρωτοβουλίας και συνδυάζεται με τη δημιουργία ολοκληρωμένων έξυπνων ψηφιακών συστημάτων σε κτίρια και κατοικίες, τη χρήση βιώσιμων υλικών, την προώθηση αποδοτικών συστημάτων χρήσης νερού και άλλων στοιχείων, με στόχο αφενός για την αύξηση της απόδοσης των πόρων και την μείωση του αποτυπώματος άνθρακα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με την στρατηγική «Κύμα Ανακαινίσεων» αποσκοπεί στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ενδεικτικά, μόνο το 11% του κτιριακού αποθέματος της ΕΕ, υπόκειται σε κάποιου είδους ανακαίνιση κάθε χρόνο, ενώ μόλις το 0.2% ανακαινίζεται ριζικά ώστε να επιτυγχάνεται μείωση της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας έως και 60%.

Το κτιριακό απόθεμα της ΕΕ υπολογίζεται ότι περιλαμβάνει 200 εκατομμύρια κτιριακές μονάδες. Στόχος της στρατηγικής, είναι για την περίοδο 2021-2022 το ετήσιο ποσοστό ενεργειακών ανακαινίσεων να φτάσει στο 1%, να αυξηθεί σε 1,2% ετησίως μεταξύ 2023 και 2025, και να σταθεροποιηθεί στο 2 % ετησίως για την περίοδο 2026-2029. Επιπλέον, για την επίτευξη του στόχου της μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 55% έως το 2030, θα πρέπει τα αέρια του θερμοκηπίου που εκπέμπονται από τα κτίρια να μειωθούν κατά 60%, η συνολική κατανάλωση ενέργειας κατά 14% και η κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη κατά 18%.

Οι βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η στρατηγική ανακαινίσεων είναι οι ακόλουθες:

- **Προτεραιότητα η ενεργειακή απόδοση.**
- **Προσιτή τιμή**, καθιστώντας ενεργειακά αποδοτικά και βιώσιμα κτίρια ευρέως διαθέσιμα, ιδίως για νοικοκυριά μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος.
- **Απανθρακοποίηση και ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.**

- **Εφαρμογή κυκλικής οικονομίας**, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα των κτιρίων μέσω της προώθησης πράσινων υποδομών και χρήσης οργανικών υλικών που προέρχονται από βιώσιμες πηγές.
- **Υψηλά πρότυπα υγείας και περιβάλλοντος**, μεταξύ αυτών, η διασφάλιση υψηλής ποιότητας του αέρα, καλή διαχείριση των υδάτων, πρόληψη καταστροφών και προστασία από κλιματικούς κινδύνους, πυρασφάλεια και σεισμική ασφάλεια.
- **Συνδυασμός πράσινης και ψηφιακής ανάπτυξης**, με την ενσωμάτωση «έξυπνων» ψηφιακών συστημάτων, τα οποία θα εξασφαλίζουν στους χρήστες των κτιρίων τις ευνοϊκότερες περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμική και οπτική άνεση, αερισμό χώρου κλπ.) με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.
- **Σεβασμός στην αισθητική και την αρχιτεκτονική.**

Πρωταρχικός σκοπός της στρατηγικής είναι να ενισχύσει τα κίνητρα για ανακαίνισεις, αφού μέχρι σήμερα το επίπεδο αναβαθμίσεων στα υφιστάμενα κτίρια παραμένει σημαντικά χαμηλό. Από την αρχική απόφαση για υλοποίηση της ανακαίνισης μέχρι την ολοκλήρωση της μπορεί να εμφανιστούν αρκετά εμπόδια, τα οποία ενδεχομένως να αποθαρρύνουν τους ιδιοκτήτες από την υλοποίηση της. Για παράδειγμα, η ελλιπής πληροφόρηση για να τα αναμενόμενα οφέλη ενός τέτοιου έργου αλλά και το συνολικό του κόστος σε συνδυασμό με την έλλειψη χρηματοδότησης από τους κρατικούς φορείς, συγκαταλέγονται στους λόγους που το επίπεδο ανακαίνισεων παραμένει χαμηλό.

Για αυτό το λόγο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα προβεί σε μια σειρά από τροποποιήσεις με σκοπό την έγκυρη πληροφόρηση και την προώθηση των ενεργειακών ανακαίνισεων, οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων, τη θέσπιση αυστηρότερων κανονισμών σχετικά με τις **ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης** και τα **πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ)**. Όσο αφορά τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης, η Επιτροπή προτείνει την διαθεσιμότητα τους σε μια ενιαία βάση δεδομένων, παρέχοντας στους χρήστες πληροφορίες για την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου, το ενεργειακό κόστος αλλά και την ύπαρξη ΑΠΕ. Επιπλέον μέσα από την βάση δεδομένων, από τοπικό μέχρι Ευρωπαϊκό επίπεδο, θα μπορούν να εντοπίζονται ενεργοβόρα κτίρια τα οποία χρειάζονται ανακαίνιση.

Παράλληλα, η Επιτροπή προτείνει την υιοθέτηση **«ψηφιακών ημερολογίων»**, με τα οποία οι ιδιοκτήτες θα μπορούν να έχουν πλήρη έλεγχο της ανακαίνισης και στα οποία θα καταχωρούνται τα παρακάτω δεδομένα :

1. **Διαβατήρια ανακαίνισης κτιρίων**, μέσω των οποίων θα μπορούν οι ιδιοκτήτες να οργανώνουν ένα χάρτη πορείας της ανακαίνισης τους και να συ-

γκεντρώνουν όλα τα έγγραφα με τις πληροφορίες του κτιρίου, όπως επίπεδα θερμικής *άνεσης*, ποιότητα ατμοσφαιρικού αέρα κλπ. και να έχουν παράλληλα πρόσβαση σε χρηματοδοτικά εργαλεία.

2. **Δείκτες έξυπνης ετοιμότητας**, μέσα από τους οποίους θα μετράτε η ικανότητα του κτιρίου να χρησιμοποιήσει έξυπνες τεχνολογίες και ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία θα προσαρμόζουν τις λειτουργίες του κτιρίου με βάση τις ανάγκες των χρηστών, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση.
3. **Πλαίσιο Levels**, το οποίο καλύπτει τη χρήση ενέργειας, υλικών και υδάτων, την ποιότητα και την αξία των κτιρίων, την υγεία, την άνεση, την ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή και το κόστος του κύκλου ζωής.

#### 4. Χρήση ΑΠΕ.

Ο κατασκευαστικός τομέας της ΕΕ θα πρέπει να στραφεί σε καινοτόμες και βιώσιμες πρακτικές ενσωματώνοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας σε όλη την αλυσίδα αξίας, από τις προμήθειες βιώσιμων υλικών μέχρι την διαχείριση αποβλήτων. Στο πλαίσιο αυτό, η στρατηγική «Κύμα Ανακαινίσεων» προωθεί τη χρήση ανακυκλώσιμων και βιολογικών υλικών καθώς και την επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της κατασκευής ή της κατεδάφισης.

Ωστόσο, η στρατηγική εστιάζει σε τρεις τομείς οι οποίοι θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα τόσο στην πολιτική όσο και στη χρηματοδότηση, διότι προσφέρουν τεράστιες δυνατότητες για αύξηση των ποσοστών ανακαίνισης και, παράλληλα, για εξοικονόμηση ενέργειας και πιο υγιεινά και άνετα κτίρια για τους πολίτες. Συνοπτικά, οι τομείς αυτοί είναι:

1. **Ανακαίνιση δημόσιων κτιρίων.** Όσο αφορά τα κτίρια του δημόσιου τομέα, η Επιτροπή εξετάζει την επέκταση των ενεργειακών ελέγχων σε κτίρια όπως νοσοκομεία, σχολεία **και** γραφεία καθώς και την υποχρεωτική ενεργειακή αναβάθμιση όλων των δημόσιων κτιρίων.
2. **Αντιμετώπιση ενεργειακής φτώχειας.** Σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας αποτελεί μεγάλη κοινωνική πρόκληση με άμεσο αντίκτυπο στην υγεία των πολιτών. Οι υψηλές τιμές της ενέργειας σε συνδυασμό με τα χαμηλά εισοδήματα των ευρωπαϊκών νοικοκυριών εντείνουν το πρόβλημα δημιουργώντας ένα φαύλο κύκλο υψηλών λογαριασμών και καθυστερούμενων οφειλών. Για να επιταχυνθούν οι ανακαινίσεις, θα καθοριστούν αυστηρότεροι κανονισμοί για την ελάχιστη ενεργειακή απόδοση σε συνδυασμό με στοχευμένη χρηματοδότηση, η οποία θα ενισχύσει τους ασθενέστερους οικονομικά, μειώνοντας τις μηνιαίες ενεργειακές δαπάνες.



**3. Απανθρακοποίηση της θέρμανσης και της ψύξης.** Ο εκσυγχρονισμός των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης αποτελεί βασικό παράγοντα για την Απανθρακοποίηση του κτιριακού τομέα. Η ένταξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα συμβάλει σημαντικά στην ανεξαρτητοποίηση από τους ορυκτούς πόρους. Για αυτό το λόγο, η Επιτροπή θα επιβάλει την χρήση ελάχιστων επιπέδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια και θα προωθήσει την χρήση απανθρακοποιημένων αερίων, από αστικά, βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα. [1]

## **2.2. Θεσμικό Πλαίσιο της ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων**

Το 2010, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε την στρατηγική «Ευρώπη 2020», μια σειρά δράσεων για τη δεκαετία 2011-2020, με σκοπό την ανάπτυξη μιας βιώσιμης και χωρίς αποκλεισμούς οικονομία. Οι ποσοτικοί στόχοι της ΕΕ για το 2020 είναι:

- Μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 ή και 30% εάν αυτό είναι εφικτό.
- Αύξηση κατά 20% της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Εξασφάλιση του 20% της ενέργειας της ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και 10% στον τομέα των μεταφορών.

Βασική κατεύθυνση της πολιτικής για την ενεργειακή αποδοτικότητα είναι η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο στα υφιστάμενα όσο και στα νέα κτίρια καθώς επίσης και η προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας. Πιο συγκεκριμένα, η στρατηγική προβλέπει την υιοθέτηση ελάχιστων προδιαγραφών ενεργειακής αποδοτικότητας καθώς και τη χρήση ειδικής σήμανσης για την ενημέρωση των καταναλωτών για την ενεργειακή αποδοτικότητα των προϊόντων. Όσο αφορά την θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων, η ΕΕ προωθεί πολιτικές για την συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού καθώς και τη χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ.

Για την επίτευξη των ενεργειακών της στόχων η ΕΕ έχει θεσπίσει μια σειρά από οδηγίες σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, με τις βασικότερες να είναι:

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

Σύμφωνα με την **οδηγία 2010/31/ΕΕ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τα κτίρια ευθύνονται για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη Ευρώπη. Μέσα από την οδηγία αυτή τονίζεται η σημασία του κτιριακού τομέα στην κατανάλωση

ενέργειας αλλά και η αναγκαιότητα για υιοθέτηση δράσεων με σκοπό την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Πιο συγκεκριμένα, η οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων θεσπίζει τις ακόλουθες απαιτήσεις από τα κράτη μέλη: [2]

- ✓ Καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής **απόδοσης** που πρέπει να εμφανίζει ένα κτίριο ώστε να επιτευχθούν τα βέλτιστα από πλευράς κόστους επίπεδα. Το επίπεδο αυτών των απαιτήσεων αναθεωρείται κάθε πέντε χρόνια, ενώ δίνεται στα κράτη μέλη το δικαίωμα να διαφοροποιούν τα ελάχιστα όρια ανάλογα με το αν τα κτίρια είναι υφιστάμενα ή καινούρια, καθώς και ανάλογα με τη λειτουργία του κτιρίου.
- ✓ Θέσπιση κοινής μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο. Η μεθοδολογία αυτή θα λαμβάνει υπόψη τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (μόνωση, θερμοχωρητικότητα, θερμικές γέφυρες κλπ.), την εγκατάσταση θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης, τις εσωτερικές κλιματικές συνθήκες κ.α.
- ✓ Κατάρτιση εθνικών σχεδίων για την πρακτική εφαρμογή της εννοίας των «Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης(ΚΣΜΚΕ)». Έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νεόδμητα κτίρια θα πρέπει να είναι ΚΣΜΚΕ ενώ για τα κτίρια του δημόσιου τομέα δίνεται περιθώριο μέχρι 31 Δεκεμβρίου 2018.
- ✓ Υιοθέτηση συστήματος πιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου καθώς και πρόσθετες πληροφορίες όπως η ετήσια κατανάλωση, το ποσοστό της ενέργειας που καλύπτεται από ΑΠΕ αλλά και συστάσεις για οικονομικά συμφέρουσες βελτιώσεις.
- ✓ Τακτική επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.
- ✓ Θέσπιση ανεξάρτητων εμπειρογνομόνων για την έκδοση πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης και των εκθέσεων επιθεώρησης.

## **2. Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22 Νοεμβρίου 2012, για την ενεργειακή απόδοση**

Σύμφωνα με την **Οδηγία 2012/27/ΕΕ** κάθε κράτος μέλος καλείται να καθορίσει ενδεικτικό εθνικό στόχο ενεργειακής απόδοσης για το έτος 2020 βασιζόμενο στην πρωτογενή ή στην τελική κατανάλωση ενέργειας, ή στην εξοικονόμηση πρωτογενούς είτε τελικής ενέργειας ή στην ενεργειακή ένταση. Επιπλέον, ορίζονται στρατηγικές για την επίτευξη του στόχου 20% ενεργειακής αποδοτικότητας ως το 2020. Συγκεκριμένα: [3]

- ✓ Ο γενικός στόχος κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ δεν πρέπει να ξεπερνά τα 1,474 εκατ. ΤΙΠ πρωτογενούς ενέργειας ή τα 1,078 εκατ. ΤΙΠ τελικής ενέργειας.
- ✓ Τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να θεσπίσουν μακροπρόθεσμη στρατηγική για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του εθνικού κτιριακού αποθέματος (κατοικίες, εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά). Συγκεκριμένα, τα κράτη μέλη μεριμνούν από 1/1/2014, για την ανακαίνιση του 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου των ιδιόκτητων κτιρίων που καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκηση. Η ανακαίνιση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ.
- ✓ Οι δημόσιες προμήθειες πλέον διασφαλίζουν ότι οι κεντρικές υπηρεσίες αγοράζουν μόνο προϊόντα, υπηρεσίες και κτίρια υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, εφόσον αυτό συνάδει με την οικονομική αποδοτικότητα και βιωσιμότητα.
- ✓ Κάθε κράτος μέλος θεσπίζει καθεστώς επιβολής υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης, το οποίο εξασφαλίζει ότι οι διανομείς ενέργειας και οι εταιρίες λιανικής πώλησης επιτυγχάνουν ένα σωρευτικό στόχο εξοικονόμησης, ο οποίος ορίζεται στο 1,5% των κατ' όγκο ετήσιων πωλήσεων ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές ενέργειας, σε σχέση με τον μέσο όρο των τριών τελευταίων ετών πριν το 2013.
- ✓ Τα κράτη μέλη θεσπίζουν τη δυνατότητα διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων τόσο προς νοικοκυριά όσο και προς μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίοι υποβάλλονται από ενεργειακούς επιθεωρητές. Για τις μεγάλες επιχειρήσεις θεσπίζεται η υποχρέωση ενεργειακού ελέγχου τουλάχιστον μια φορά ανά τετραετία.
- ✓ Παρέχεται η δυνατότητα ατομικών μετρητών στους τελικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης και ζεστού νερού, εφόσον αυτό είναι εφικτό οικονομικά.
- ✓ Στις περιπτώσεις όπου οι καταναλωτές δεν διαθέτουν έξυπνους μετρητές, τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι οι πληροφορίες τιμολόγησης είναι ακριβείς και βασίζονται στην πραγματική κατανάλωση. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στους τελικούς καταναλωτές να έχουν πρόσβαση σε ιστορικά στοιχεία κατανάλωσης κατόπιν αιτήματός τους, ενώ οι καταναλωτές λαμβάνουν τους λογαριασμούς κατανάλωσης ατελώς.
- ✓ Επιπλέον, η Οδηγία ενθαρρύνει την υλοποίηση προγραμμάτων που στοχεύουν στην ευαισθητοποίηση των νοικοκυριών και τη βελτίωση της χρήσης της ενέργειας.

### **3. Οδηγία 2018/844/ΕΕ, του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της ΕΕ (30-05-2018), για την τροποποίηση της οδηγίας 2010/31/ΕΕ και της 2012/27/ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων**

Η τροποποιητική οδηγία για την ενεργειακή απόδοση θεσπίζει ένα πλαίσιο μέτρων των οποίων κύριος στόχος είναι να εξασφαλιστεί η αύξηση του ποσοστού ενεργειακής αποδοτικότητας στο 32.5% έως το 2030. Μέσα από την αναθεωρημένη **οδηγία 2018/844/ΕΕ**, προωθούνται μεταξύ άλλων, επιπλέον οικονομικά κίνητρα για αποδοτικές ανακαινίσεις στον κτιριακό τομέα, αυστηροποιούνται οι κανονισμοί για την έκδοση πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης, εισάγεται δείκτης ευφυίας των κτιρίων και προάγεται η ηλεκτροκίνηση με εγκατάσταση σημείων στάθμευσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Τα κράτη μέλη οφείλουν να θέσουν σε ισχύ νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις ώστε να συμμορφωθούν με την οδηγία έως τις 10 Μαρτίου του 2020. [4]

Στα κύρια στοιχεία της τροποποιητικής οδηγίας συμπεριλαμβάνονται:

- ✓ Μέσος όρος ανακαινίσεων 3% ετησίως. Η ανακαίνιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος κρίνεται εξαιρετικά σημαντική, διότι σύμφωνα με την Επιτροπή, κάθε αύξηση κατά 1 % της ενεργειακής εξοικονόμησης μειώνει κατά 2,6 % τις εισαγωγές αερίου. Ως εκ τούτου η αύξηση των ενεργειακών αναβαθμίσεων θα συμβάλει σημαντικά στην υλοποίηση των στόχων της ΕΕ, δημιουργώντας παράλληλα νέες θέσεις εργασίας στην Ένωση.
- ✓ Οι χρηματοπιστωτικοί μηχανισμοί, τα κίνητρα και η κινητοποίηση των χρηματοπιστωτικών οργανισμών για ανακαινίσεις σχετιζόμενες με την ενεργειακή απόδοση κτιρίων θα πρέπει να διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στις μακροπρόθεσμες εθνικές στρατηγικές και να προάγονται δραστήρια από τα κράτη μέλη.
- ✓ Βελτίωση της διαφάνειας των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης, ώστε να διασφαλιστεί ότι ο τρόπος έκδοσης των πιστοποιητικών γίνεται με όσον το δυνατόν αντικειμενικό τρόπο. Για παράδειγμα,

#### **2.3. Πρόοδος της ΕΕ στην Επίτευξη του Στόχου της Ενεργειακής Αποδοτικότητας**

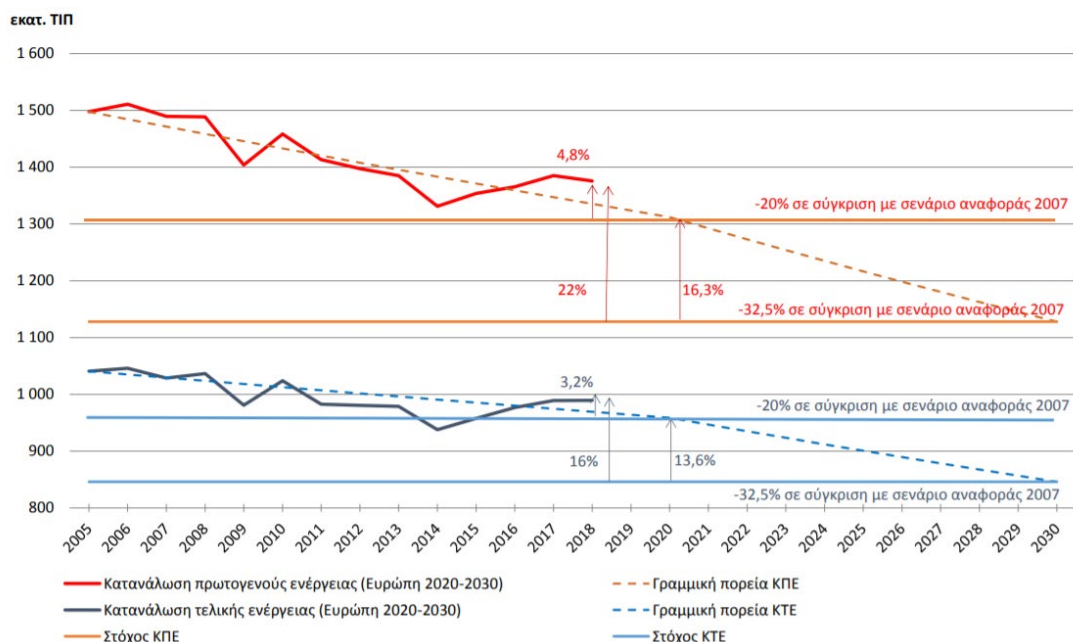
Τον Οκτώβριο του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε μια έκθεση αξιολόγησης σχετικά με την πρόοδο που έχει κάνει η ΕΕ ως προς την εφαρμογή της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση αλλά και την πρόοδο που έχει σημειωθεί στην ανάπτυξη κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση σύμφωνα με την οδηγία 2010/27/ΕΕ.

Το 2018, χρονιά με τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα δεδομένα στον τομέα της ενέργειας, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μειώθηκε κατά 0,6% σε σύγκριση με το 2017 ενώ η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 0,1 % σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας παρατηρήθηκε κυρίως στον τομέα των μεταφορών ν (+1,0 % αύξηση σε ετήσια βάση σε σύγκριση με το 2017) και της βιομηχανίας (+0,8 %) ενώ μειωμένη ήταν η κατανάλωση ενέργειας στον οικιστικό τομέα (-1,7 %) και στον τομέα των υπηρεσιών (-1,4 %).

Από τα αποσπασματικά και προκαταρκτικά δεδομένα για το 2020 προκύπτει ότι οι αντίκτυπος της κρίσης της νόσου COVID-19 έχει επηρεάσει σημαντικά τη ζήτηση ενέργειας. Το πρώτο τρίμηνο του 2020, η κατανάλωση φυσικού αερίου της ΕΕ μειώθηκε κατά 5 % σε σύγκριση με το πρώτο τρίμηνο του 2019, κυρίως λόγω των περιορισμένων αναγκών θέρμανσης ως αποτέλεσμα: i) του ήπιου χειμώνα· ii) της φθίνουσας χρήσης του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας· και iii) της θέσπισης μέτρων περιορισμού της κυκλοφορίας τον Μάρτιο, τα οποία οδήγησαν σε μείωση του ΑΕΠ και της βιομηχανικής ζήτησης για φυσικό αέριο. Το πρώτο τρίμηνο του 2020, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ μειώθηκε κατά 3,2 % σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος, ομοίως λόγω της καλοκαιρίας κατά το πρώτο ήμισυ της περιόδου αναφοράς και της έναρξης εφαρμογής των περιορισμών που σχετίζονται με την πανδημία COVID-19. Την περίοδο εφαρμογής των περιορισμών, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν σημαντικά χαμηλότερη από την κατανάλωση τους αντίστοιχους μήνες του προηγούμενου έτους (κατά 4,3% τον Μάρτιο, 11,8% τον Απρίλιο, 10,5% τον Μάιο και 7,6% τον Ιούνιο).

Ωστόσο, τα στοιχεία αυτά δεν κρίνονται ενθαρρυντικά, διότι είναι αβέβαιο αν θα διατηρηθούν σε βάθος χρόνου και με την ανακάμψη της οικονομικής δραστηριότητας. Με βάση τα παραπάνω, εάν δεν συνεκτιμηθεί ο αντίκτυπος της πανδημίας στην μείωση της ζήτησης ενέργειας, οι πολιτικές που εφαρμόστηκαν για την εξοικονόμηση ενέργειας θα ήταν πιθανότητα ανεπαρκείς για την επίτευξη των στόχων για 2020.

Όσο αναφορά τους ενεργειακούς στόχους για το 2030 και συγκεκριμένα την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στο 32.5%, η ανεπαρκής πρόοδος που σημειώθηκε μέχρι το 2018, θα μπορούσε να καθυστερήσει την πραγματοποίηση του στόχου αυτού. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της υφιστάμενης ελλιπούς επίτευξης, η απόσταση από τους στόχους για το 2030 είναι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη και ανέρχεται στο 22 % για την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και στο 16% για την κατανάλωση τελικής ενέργειας.

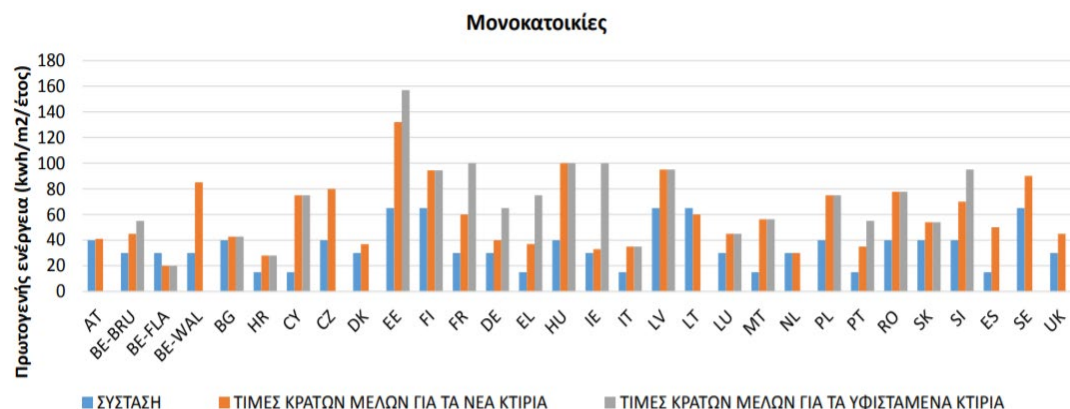


**Εικόνα 1:** Πρόοδος και στόχοι της ΕΕ στην κατανάλωση πρωτογενούς και τελικής ενέργειας

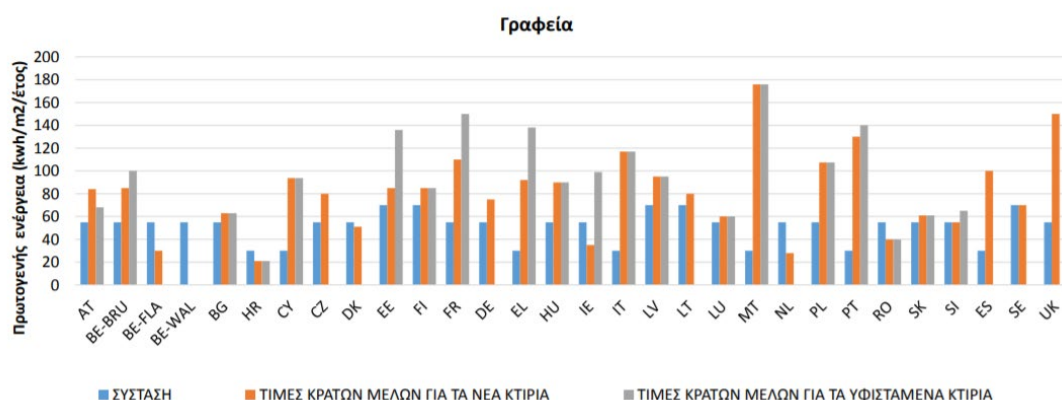
Μετά την έκδοση της οδηγίας 2010/31/ΕΕ, όπου όλα τα κτίρια του δημόσιου τομέα να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) από τις 31 Δεκεμβρίου 2018 και όλα τα νέα κτίρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2020, ο αριθμός των ΚΣΜΚΕ και των κτιρίων υψηλής απόδοσης στην Ευρώπη αυξήθηκε σημαντικά από το 2012 έως το 2016. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, σχεδόν 1,25 εκατ. κτίρια ανεγέρθηκαν ή ανακαινίστηκαν σύμφωνα με τα πρότυπα ΚΣΜΚΕ. Εξ αυτών, τα περισσότερα ήταν κατοικίες. Το μερίδιο των ΚΣΜΚΕ στη συνολική αγορά του τομέα των κατασκευών αυξήθηκε την περίοδο 2012-2016 στην ΕΕ από 14% το 2012 σε 20% το 2016, κατά μέσο όρο.

Με βάση τις πλέον πρόσφατες διαθέσιμες πληροφορίες, 23 κράτη μέλη έχουν θέσει σε ισχύ ολοκληρωμένο εθνικό ορισμό των ΚΣΜΚΕ. Όσον αφορά τα υπόλοιπα κράτη μέλη, ο ορισμός σχετικά με το τι συνιστά ΚΣΜΚΕ βρίσκεται ακόμη σε στάδιο εκπόνησης ή επανεξέτασης. Οι περισσότεροι ορισμοί περιλαμβάνουν δείκτη της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας, ενώ δώδεκα ορισμοί εμπεριέχουν την υποχρέωση κάλυψης ενός ελάχιστου μεριδίου της ενεργειακής ζήτησης από ανανεώσιμες πηγές. Σχεδόν τα μισά κράτη μέλη έχουν εκπονήσει ισοδύναμο ενεργειακής τάξης ή ενεργειακής ετικέτας για τις απαιτήσεις σχετικά με τα ΚΣΜΚΕ. Επίσης, τα μισά κράτη μέλη έχουν υποβάλει τους απαιτούμενους συντελεστές θερμοπερατότητας (τιμές U) για τοίχους, οροφές, δάπεδα, παράθυρα και πόρτες.

Ωστόσο, για τα περισσότερα κράτη οι απαιτήσεις για τις τιμές της πρωτογενούς κατανάλωσης των ΚΣΜΚΕ είναι λιγότερο αυστηρές σε σύγκριση με τις τιμές αναφοράς που συνιστά η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. [5]



**Εικόνα 2:** Συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και απαιτήσεις των κρατών μελών για τις τιμές πρωτογενούς κατανάλωσης σε μονοκατοικίες.



**Εικόνα 3:** Συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και απαιτήσεις των κρατών μελών για τις τιμές πρωτογενούς κατανάλωσης σε μονοκατοικίες.

## 2.4. Ελληνική Νομοθεσία για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων

Η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με τον νόμο-πλαίσιο Ν.40/75 περί «Λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας» το 1975.

Η πρώτη ουσιαστική προσπάθεια της Ελλάδας για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα εμφανίστηκε το 1979 με τον **Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων** (ΦΕΚ362Δ/1979). Πρόκειται για έναν κανονισμό που εφαρμοζόταν υποχρεωτικά από το 1979 μέχρι το 2010, όπου αναθεωρήθηκε και αντικαταστάθηκε εφόσον αδυνατούσε πλέον να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις των κτιρίων. Το πρόβλημα με τον ΚΘΚ εγείρεται στο γεγονός ότι αντιμετώπιζε το κτίριο μόνο από την πλευρά της θερμομονωτικής του προστασίας, αποσκοπώντας αποκλειστικά στον περιορισμό των θερμικών απωλειών κατά την χειμερινή περίοδο, ενώ δεν λαμβάνει μέριμνα για την ενεργειακή κατανάλωση κατά τους θερινούς μή-

νες, καθώς ο κλιματισμός δεν αποτελούσε κυρίαρχη επιλογή την εποχή εκείνη. Επιπλέον, ο ΚΘΚ εφαρμοζόταν μόνο σε νεόδμητα κτίρια και δεν λαμβανόταν καμία μέριμνα για τα ενεργοβόρα υφιστάμενα κτίρια.

Μετά το 2010, ο ΚΘΚ αντικαταστάθηκε με τον **Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK)**. Ο KENAK, σε αντίθεση με τον προηγούμενο κανονισμό, εισάγει τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, με κύριο γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος.

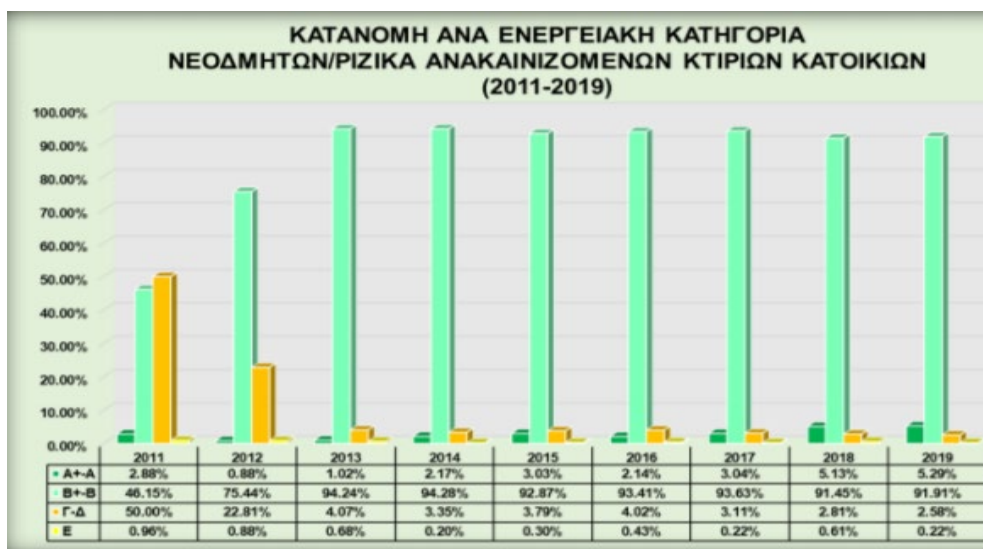
Ο κανονισμός για κάθε κτίριο απαιτεί την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Με βάση τον KENAK για το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ), η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται σύμφωνα με την ποιοτική σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς, σε σχέση με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε, καταλήγοντας στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου (A+, A, B+, B, Γ-H).

Στο ΠΕΑ περιλαμβάνονται επίσης οι αντίστοιχες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η ετήσια συνολική ενεργειακή απαίτηση, η αντίστοιχη συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, καταναλώσεις καυσίμων και τέλος την εκτίμηση του ενεργειακού επιθεωρητή σχετικά την αξιολόγηση της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος.

Στη δεύτερη σελίδα του ΠΕΑ προσδιορίζεται το είδος καυσίμου/ενέργειας για συγκεκριμένες τελικές χρήσεις (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμός, συσκευές) και η συνεισφορά τους στο τελικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Επιπρόσθετα, προσδιορίζεται η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση. Τέλος, περιλαμβάνονται συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου οι οποίες αποτελούνται από μια σύντομη περιγραφή, προσδιορίζοντας αντίστοιχα το αρχικό κόστος επένδυσης, την εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών την εκτιμώμενη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας, την εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής κάθε πρότασης.

Συμφώνα με έρευνες του ΥΠΕΝ, νεόδμητα\ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια κατασκευασμένα με τις προδιαγραφές KENAK για το 2019, σε ποσοστό 91% ανήκουν στην ενεργειακή κατηγορία B και B+, ενώ με 5.3% στην κατηγορία A και A+. Αξίζει να σημειωθεί πως η ηλιακή ενέργεια συνεισφέρει κατά μέσο όρο κατά 68.1% στο ενεργειακό ισοζύγιο των κτιρίων αυτών.



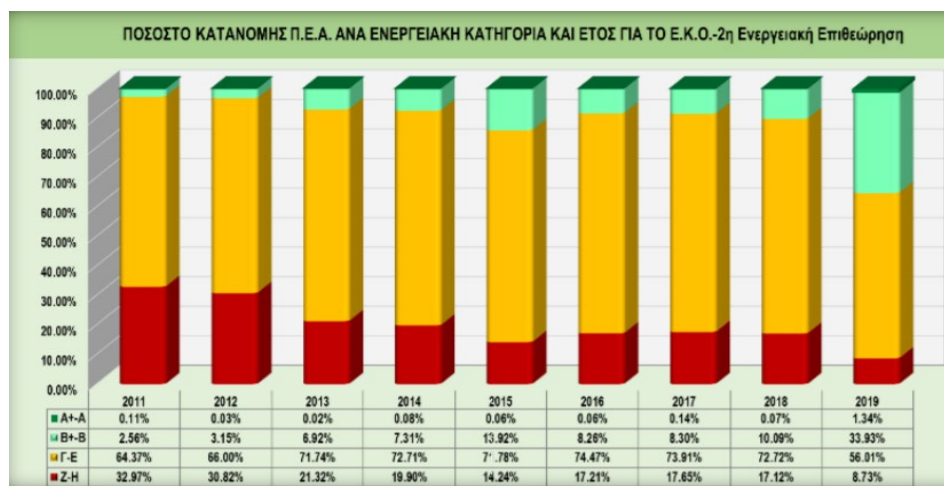


**Εικόνα 4:** Κατανομή Ανά Ενεργειακή Κατηγορία Νεόδμητων/ΡΙζικά Ανακαίνιζόμενων Κτιρίων Κατοικιών (2011-2019).

Η Ελλάδα, για την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντολογικών της στόχων, υιοθέτησε στρατηγική για την ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος, με σκοπό μέχρι το 2030 έως και το 15% των κτιρίων να είναι κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης. Ένα από αυτά είναι το πρόγραμμα "Εξοικονομώ κατ'οίκον", το οποίο παρέχει υπό προϋποθέσεις, οικονομικά κίνητρα, προκειμένου οι ιδιοκτήτες ακινήτων να προχωρήσουν σε ενεργειακή αναβάθμιση της οικίας τους. Το πρόγραμμα, δίνει την δυνατότητα ενεργειακής βελτίωσης στις εξής τρεις κατηγορίες:

1. Αντικατάσταση κουφωμάτων (πλαίσια/υαλοπίνακες) και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης.
2. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος/στέγης και της πιλοτής.
3. Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης.

Η διάρκεια υλοποίηση του προγράμματος είναι από 2014 έως το 2020. Σύμφωνα με την έκθεση "Στατιστική ανάλυση ΠΕΑ για το 2019" του ΥΠΕΝ, η υλοποίηση του Προγράμματος "Εξοικονόμηση κατ'οίκον" για την ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού κατάταξής τους στην ενεργειακή κατηγορία B-E. [6]



**Εικόνα 5:** Ποσοστό κατανομής Π.Ε.Α. ανά ενεργειακή κατηγορία και έτος για το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον-I».

## 2.5. Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Κτίρια

Η παραγωγή ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι μια λύση για περαιτέρω μείωση της πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου και κάλυψης της εναπομείνουσας ενέργειας μετά από την εφαρμογή όλων των παθητικών μέτρων.

Ωστόσο, η χρήση ΑΠΕ δεν είναι πάντα αποτελεσματική λύση διότι μπορεί να μην επιτυγχάνουν τον στόχο τους ή να μην αποτελούν οικονομικά βέλτιστες εφαρμογές. Επιπλέον, πριν γίνει εφαρμογή συστημάτων ΑΠΕ θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τρεις παράγοντες:

- I. Η δυνατότητα τοποθέτησης.
- II. Το μέγεθος του συστήματος.
- III. Το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας που θα καταναλώνεται ή θα διοχετεύεται στο δίκτυο.

### 2.5.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής μέσα από την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι τα **φωτοβολταϊκά**. Τα βασικά μέρη του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

1. Το φωτοβολταϊκό πάνελ, το οποίο ευθύνεται για την απορρόφηση των ηλιακών ακτινοβολιών.
2. Ο μετατροπέας, ο μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια.
3. Ο συσσωρευτής, για την αποθήκευση της ενέργειας.

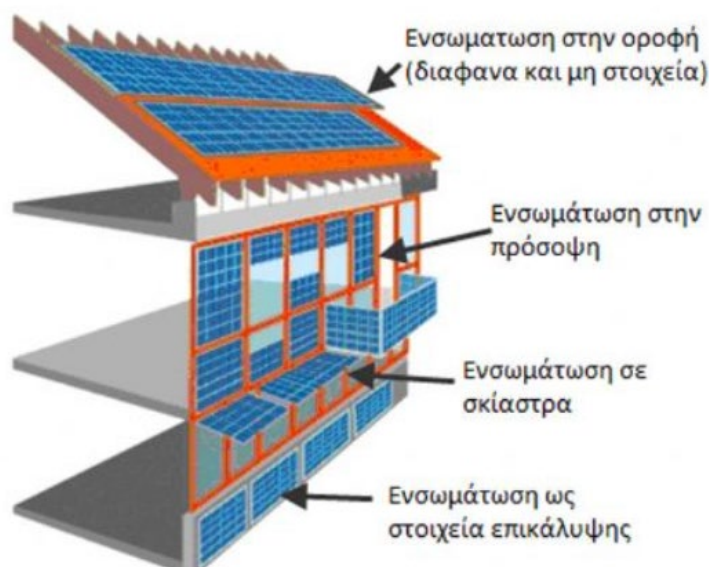
Κατά την εγκατάστασή τους, ο προσανατολισμός και η κλίση τους, θα πρέπει να επιτρέπει την βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Στην περίπτωση δε, εγκατάστασης τους σε κτίριο είναι σημαντικό να μη δημιουργούνται σκιασμοί στην επιφάνεια τους από παρακείμενα κτίρια, κυρίως τις ώρες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας, διότι οι απώλειες είναι σημαντικά μεγάλες.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα των Φ/Β συστημάτων είναι :

- Φιλικά προς το περιβάλλον με μηδενικές εκπομπές ρύπων
- Μεγάλη διάρκεια ζωής ( πάνω από 25 χρόνια)
- Αθόρυβη λειτουργία
- Ελάχιστο κόστος συντήρησης και λειτουργίας
- Δυνατότητα επέκτασης του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες

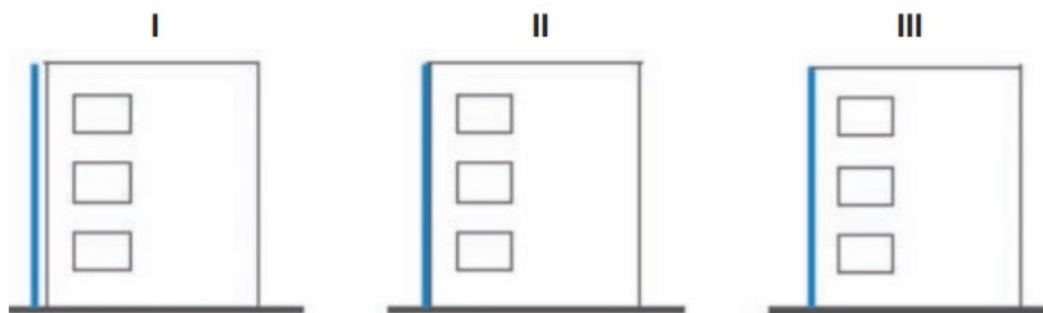
Εκτός από την παραγωγή ενέργειας τα Φ/Β συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία για την κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου αντικαθιστώντας υλικά της εξωτερικής επιφάνειας τα οποία πολλές φορές έχουν σημαντικό κόστος και με αυτό τον τρόπο, η χρήση Φ/Β συστημάτων καθίσταται οικονομικότερη. Η ενσωμάτωση των Φ/Β σε κτίρια γίνεται με την κάλυψη ολόκληρης ή μέρους της οροφής, σε υάλινες προσόψεις και ως στέγαστρα ή σκιάστρα.



**Εικόνα 6:** Φωτοβολταϊκά πάνελ σε κτίρια

Η ενσωμάτωση των Φ/Β στην πρόσοψη του κτιρίου παρέχει πολλαπλές λειτουργίες όπως θερμική προστασία, μόνωση και προστασία από τον θόρυβο. Υπάρχουν τρεις δυνατότητες ενσωμάτωσης των Φ/Β στην πρόσοψη του κτιρίου:

- Τοποθέτηση μπροστά στην πρόσοψη (I)
- Ενσωμάτωση πάνω στην πρόσοψη (II)
- Πλήρης ενσωμάτωση στην πρόσοψη, με τα φωτοβολταϊκά να έχουν το ρόλο οικοδομικού υλικού (III)



**Εικόνα 7:** Φωτοβολταϊκά σε πρόσοψη κτιρίου

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα σε υπάρχουσες προσόψεις χωρίς να αλλοιώνεται το αισθητικό αποτέλεσμα και αποτελούν ιδανική λύση για μεγάλες επιφάνειες σε κτίρια χωρίς παράθυρα.

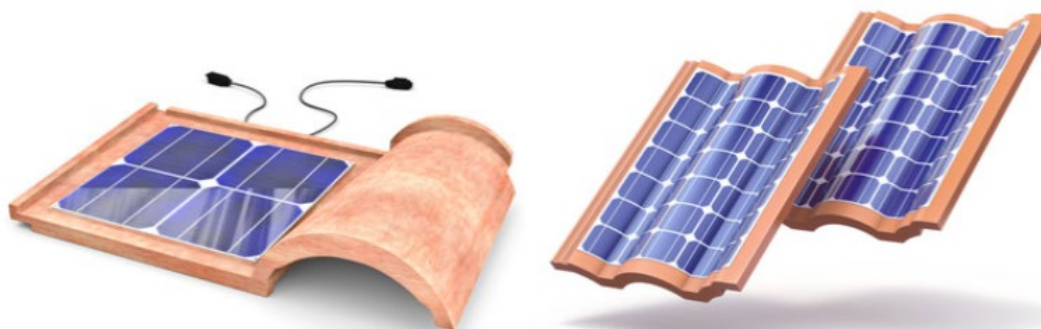
Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι στην στέγη του κτιρίου. Οπως και στην περίπτωση της εγκατάστασης τους στην πρόσοψη του κτιρίου, υπάρχουν τρεις δυνατότητες ενσωμάτωσης στην στέγη:

- Τοποθέτηση πάνω στην επιφάνεια της στέγης
- Ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στην στέγη
- Ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών ως δομικό υλικό της στέγης.



**Εικόνα 8:** Τρόποι ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε στέγη

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, παρουσιάζει η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών ως δομικό υλικό της στέγης αντικαθιστώντας συμβατικά οικοδομικά υλικά όπως τα κεραμίδια. Τα φωτοβολταϊκά κεραμίδια λειτουργούν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν τα συμβατικά φωτοβολταϊκά συστήματα με την μόνη διαφορά στον τρόπο τοποθέτησης. Ένα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα φωτοβολταϊκά κεραμίδια είναι η μεγαλύτερη ανθεκτικότητα έναντι των συμβατικών Φ/Β συστημάτων που στηρίζονται σε μεταλλικές κατασκευές, οι οποίες με την πάροδο του χρόνου και με αντίξοες καιρικές συνθήκες μπορούν να καταστραφούν. Επιπλέον, είναι σχεδόν αόρατα προσφέροντας ένα πολύ ωραίο αισθητικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, η εγκατάστασή τους υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς, όπως ότι μπορούν να εγκατασταθούν μόνο σε καινούργια κτίρια και το κόστος αγοράς και εγκατάστασής τους είναι ακόμα αρκετά υψηλό σε σχέση με τα συμβατικά Φ/Β συστήματα οροφής.



**Εικόνα 9:** Φωτοβολταϊκά κεραμίδια

Τέλος, μια ακόμα νέα και καινοτόμα τεχνολογία αποτελεί το φωτοβολταϊκό υαλότουβλο. [6] Ερευνητές από το Πανεπιστήμιο του Exeter στην Αγγλία, έχουν αναπτύξει ένα υαλότουβλο με ενσωματωμένα ηλιακά στοιχεία. Το προϊόν ονομάζεται Solar Square και εκτός από την παραγωγή ενέργειας, παρέχει θερμική μόνωση και επιτρέπει την είσοδο φυσικού φωτός στο εσωτερικό του κτιρίου. Το Solar Square, έχει έξυπνα οπτικά συστήματα που συγκεντρώνουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία σε μικρά ηλιακά κύτταρα, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την συνολική ενέργεια που παράγεται από κάθε ηλιακό στοιχείο. Η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται στο κτίριο αλλά μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες ή να χρησιμοποιηθεί για την φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων.



**Εικόνα 10:** Solar Square

### *2.5.2. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας*

Το έδαφος σε βάθος περίπου δύο μέτρων έχει όλο τον χρόνο μια σταθερή θερμοκρασία 17°-18° . Το έδαφος απορροφά το 50% της ηλιακής ενέργειας δημιουργώ-

ντας μια τεράστια αποθήκη θερμικής ενέργειας. Τοποθετώντας ένα δίκτυο σωληνώσεων νερού μέσα στο έδαφος, η θερμοκρασία νερού μέσα στις σωληνώσεις είναι περίπου 17°C. Το νερό των σωληνώσεων με μια αντλία οδηγείτε στις σωληνώσεις μέσα στο δάπεδο με αποτέλεσμα τους καλοκαιρινούς μήνες που η θερμοκρασία είναι υψηλή να επιτυγχάνεται δροσισμός του χώρου μέσω του δαπέδου σε θερμοκρασία 17°-20°C περίπου.

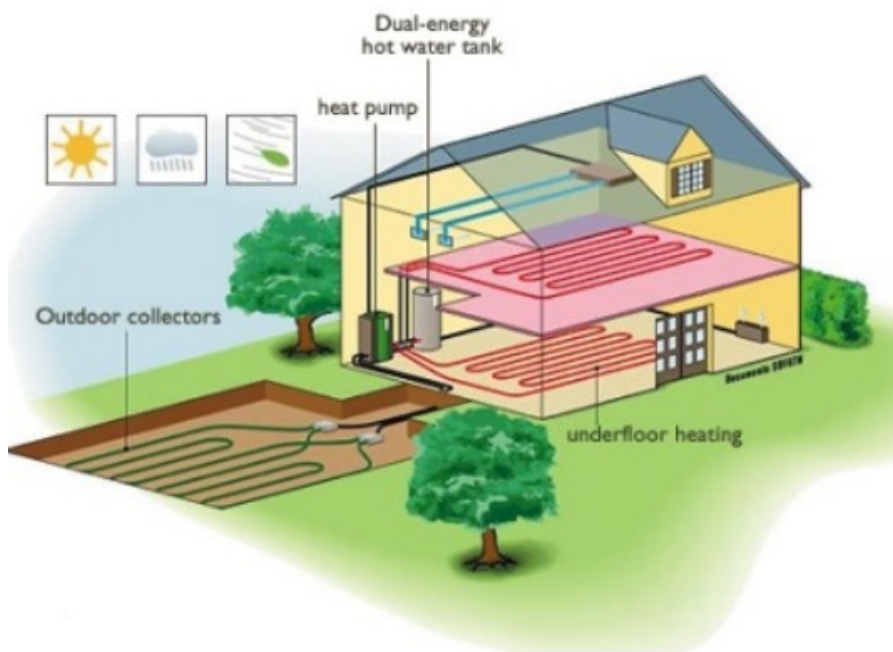
Αντίστοιχα, το χειμώνα παίρνουμε το νερό από το έδαφος οδηγείται στην γεωθερμική αντλία και με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται η θερμοκρασία του στους 40°C. Στην συνέχεια το ζεστό νερό οδηγείται στις σωληνώσεις που βρίσκονται εντός του δαπέδου και εξασφαλίζεται σταθερή θερμοκρασία καθ' όλο το 24ωρο εντός του κτιρίου 20°C με 21°C. Μια γεωθερμική εγκατάσταση μεταφέρει θερμότητα από το έδαφος προς το κτίριο και αντίστροφα, αντί να την παράγει, πετυχαίνοντας μ' αυτόν τον τρόπο οικονομία στην ενέργεια που απαιτείται για ψύξη-θέρμανση τουλάχιστον κατά 75%.

Τα συστήματα γεωθερμίας διακρίνονται σε κλειστού και ανοιχτού κυκλώματος, ανάλογα με την διάρθρωση των υπόγειων σωληνώσεων. Στα ανοιχτά συστήματα αντλείται νερό από τον υδροφόρο ορίζοντα( λίμνη, ποτάμια) της περιοχής, εισέρχεται μέσα σε έναν εναλλάκτη θερμότητας, όπου προσδίδεται ή απορροφάται ενέργεια. Ακολουθώντας, το νερό επιστρέφει στο υπέδαφος μέσω αντλίας. Στα κλειστά συστήματα, το συνεχές δίκτυο σωληνώσεων βρίσκεται θαμμένο στο έδαφος, σε οριζόντια ή κατακόρυφη (σε βάθος) διάταξη, ή είναι ποντισμένο σε κάποια κοντινή λίμνη.

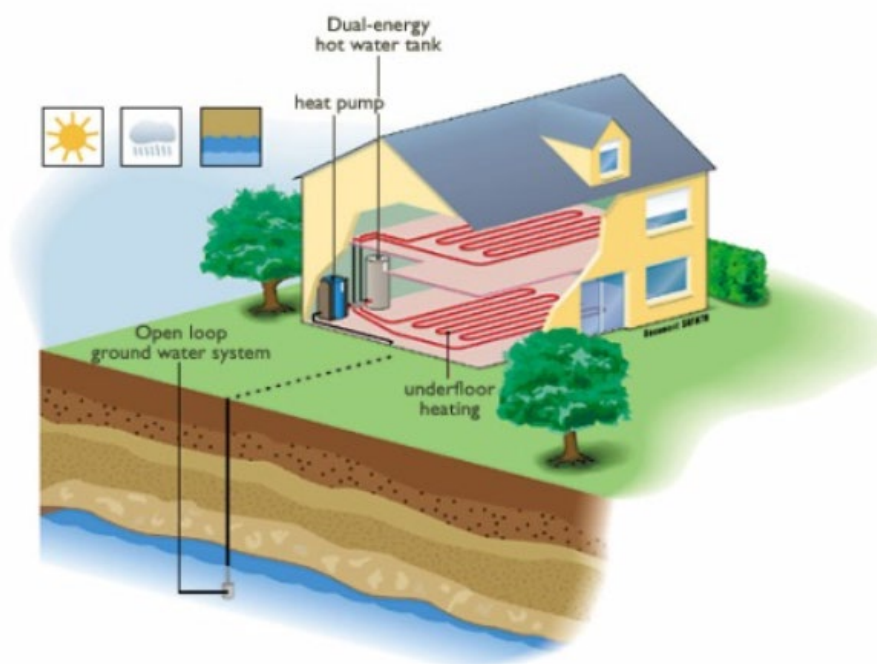
Η χρήση της γεωθερμίας για την θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων είναι μια μέθοδος με μηδενικούς ρύπους προς το περιβάλλον, το κόστος συντήρησης είναι χαμηλό ενώ παρέχεται ζεστό νερό καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Με την χρήση γεωθερμικών αντλιών εξοικονομείται 75% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση και το 40% για τον δροσισμό του κτιρίου.

Το βασικό μειονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι το υψηλό αρχικό κόστος σε σχέση με άλλα συμβατικά συστήματα. Αρχικά, ανάλογα τον τύπο του γεωθερμικού συστήματος (ανοιχτό ή κλειστό) το κόστος διαμορφώνεται με διαφορετικό τρόπο. Στην περίπτωση του ανοιχτού συστήματος, το κόστος εξαρτάται από την ποσότητα, την ποιότητα αλλά και τη θέση στην οποία βρίσκεται ο υδροφόρος, σε αντίθεση με τα κλειστού τύπου συστήματα όπου το κόστος εξαρτάται από τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά του υπεδάφους, τα οποία θα ορίσουν το μέγεθος των γεωθερμικών εναλλακτών θερμότητας και το εύρος της εγκατάστασης.





**Εικόνα 11:** Χρήση κλειστού συστήματος γεωθερμίας σε κτίρια



**Εικόνα 12:** Χρήση ανοικτού συστήματος γεωθερμίας σε κτίρια

Οι γεωθερμικές αντλίες συνδυάζονται με σύστημα θέρμανσης-ψύξης(ενδοδαπέδιο, παροχή αέρα μέσω αεραγωγών, Fan Coils, κλπ.) λειτουργούν όμως και με καλοριφέρ.

Η εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού υπόκειται σε νομοθετικούς περιορισμούς σύμφωνα με τον **ν4602/2019**. [8] Το γεωθερμικό δυναμικό διακρίνεται σε εθνικού ενδιαφέροντος και σε τοπικού ενδιαφέροντος. Γεωθερμικό πεδίο εθνικού ενδιαφέροντος ορίζεται το πεδίο όπου η θερμοκρασία του προϊόντος υπερβαίνει τους 90°C, ενώ σε τοπικού ενδιαφέροντος η θερμοκρασία του προϊόντος κυμαίνεται από 30-90 °C. Η έρευνα, διαχείριση και εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου

εθνικού ενδιαφέροντος υπάγεται στην αρμοδιότητα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, ενώ του τοπικού ενδιαφέροντος υπάγεται στην αρμοδιότητα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης. Η εκμίσθωση του δικαιώματος έρευνας, διαχείρισης και εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού από το Δημόσιο, πραγματοποιείται μέσω διαγωνισμού. Τα ενδιαφερόμενα μέλη κρίνονται βάση κριτηρίων, όπως οι δαπάνες των ερευνών και η εξέλιξη τους σε συνάρτηση του χρόνου εκτέλεσης, ο προϋπολογισμός και η βιωσιμότητα της επένδυσης καθώς και η ικανότητα περιβαλλοντικής διαχείρισης του έργου. Στην περίπτωση εγκατάστασης ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης μέσω της εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού απαιτείται άδεια από την Διεύθυνση Ανάπτυξης της οικείας Περιφέρειας. Στην περίπτωση αυτή, δεν απαιτείται πλέον η σύνταξη μελέτης για την εγκατάσταση του συστήματος.

### 2.5.3. Βιομάζα

Βιομάζα είναι η ύλη οργανικής προέλευσης, όπως διάφορα φυτικά και δασικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες), ζωικά απόβλητα και φυτά που προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες, καθώς επίσης αστικά απορρίμματα και υπολείμματα της αγροτικής βιομηχανίας και των τροφίμων. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή καυσίμων, όπως βιοντίζελ, για την κάλυψη θερμικών αναγκών γεωργικών μονάδων ή άλλων βιομηχανιών, σε θερμοκήπια αλλά και σε κτίρια.

Πιο συγκεκριμένα, στο κτιριακό τομέα βιομάζα στερεής μορφής (ξύλο, πυρηνόξυλο, pellets) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης. Κυριότερες εστίες καύσης σε κτίρια αποτελούν τα τζάκια, οι θερμάστρες ξύλων και ειδικοί λέβητες. Η απόδοση του συστήματος θέρμανσης έχει ιδιαίτερη σημασία για την παραγωγή θερμότητας. Για παράδειγμα, παλιότερα τζάκια κατασκευασμένα από πυρότουβλο έχουν χαμηλούς βαθμούς απόδοσης της τάξεως του 10%-30% ενώ τα λεγόμενα ενεργειακά τζάκια που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα επιτυγχάνουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης 50%-75%.

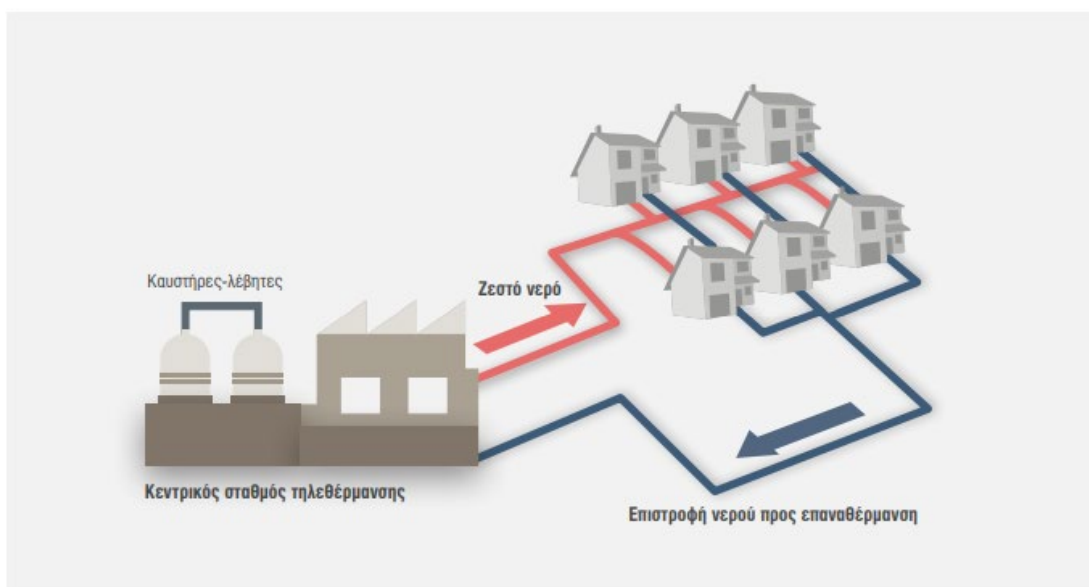
Τα ενεργειακά τζάκια, είναι ιδιαίτερα οικονομικά ως προς την λειτουργία τους, φιλικά προς το περιβάλλον και απολύτως ασφαλή εξαιτίας του πυρίμαχου τζαμιού που περιλαμβάνουν. Επιπλέον, κατάλληλα τέτοια συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την θέρμανση όλων των χώρων του κτιρίου αλλά και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Οι λέβητες βιομάζας έχουν διττή χρήση στις κτιριακές εγκαταστάσεις, μιας και συνεισφέρουν τόσο στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX), τόσο και στη θέρμανση των χώρων του κτιρίου. Ως μέσω καύσης, οι σύγχρονοι λέβητες έχουν προσθέσει στα συμβατικά καύσιμα υλικά (ξύλα και πυρηνόξυλα) τη δυνατότητα χρήσης, τα οποία δεν παράγουν ορατό καπνό και έχουν χαμηλές εκπομπές. Το σπου-



δαιότερο στοιχείο σχετικά με τους λέβητες βιομάζας, είναι το γεγονός πως αξιοποιούν το 85 – 90% της θερμικής απόδοσης του ξύλου. Για τη διατήρηση της απόδοσης σε υψηλά επίπεδα, είναι επιτακτική η ανάγκη για ορθή συντήρηση καθώς και για σωστό καθαρισμό από την παραγόμενη στάχτη. Τέλος για την εφαρμογή τους απαιτείται επαρκής χώρος τόσο για τον ίδιο το λέβητα όσο και για τις καύσιμες ύλες που τον συνοδεύουν.

Τέλος, μέσω του συστήματος της τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης χωριών και πόλεων που βρίσκονται κοντά σε τόπους παραγωγής βιομάζας, υπάρχει η δυνατότητα διανομής θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε περιφερειακά κτίρια. Ωστόσο στην Ελλάδα, η ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης με βιομάζα βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, με ένα μόνο εργοστάσιο βιομάζας, στον Αμύνταιο Φλώρινας να βρίσκεται σε λειτουργία.



**Εικόνα 13:** Τηλεθέρμανση

#### 2.5.4. Ανεμογεννήτριες σε κτίρια

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στα κτίρια γίνεται μέσω των αστικών ανεμογεννητριών (ονομάζονται επίσης οικιακές ή μικρές ανεμογεννήτριες). Πρόκειται για ανεμογεννήτριες μικρού μεγέθους και ισχύος μέχρι 100 kW, που τοποθετούνται στη στέγη ή σε μικρή απόσταση από το κτίριο. Διατίθενται δύο βασικοί τύποι αστικών ανεμογεννητριών, με οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα περιστροφής, για την καλύτερη απόδοση και την αισθητική ένταξη στα κτίρια.

Η χρήση μικρών ανεμογεννητριών συστήνεται κυρίως σε μη αστικές περιοχές, διότι η εγκατάστασή τους απαιτεί ελεύθερη έκταση γύρω από αυτές, ώστε να μην υπάρχουν εμπόδια που θα επηρεάζουν την έκθεση τους στον άνεμο και να διασφαλίζεται έτσι η αποδοτική λειτουργία τους.

Ωστόσο, η ένταξη των ανεμογεννητριών στο αστικό περιβάλλον είναι ακόμα περιορισμένη. Οι ανεμογεννήτριες καθέτου άξονα φαίνεται να αποτελούν μια καλή επιλογή για αστική χρήση αφού είναι λιγότερο ευαίσθητες σε φαινόμενα στροβιλισμού και στις αλλαγές της διεύθυνσης του ανέμου σε σχέση με τις οριζοντίου άξονα και επίσης έχουν μικρότερο βάρος σε σχέση με την ισχύ τους. Επιπλέον, το γεγονός ότι διαθέτουν γεννήτρια που είναι τοποθετημένη στη βάση τους, τις κάνει πολύ πιο πρακτικές ως προς την τοποθέτησή τους στις στέγες των κτιρίων και ως προς την συντήρηση και την επισκευή τους. Επιπλέον, οι μικρές ανεμογεννήτριες καθέτου άξονα είναι λιγότερο ενοχλητικές οπτικά, κάτι πολύ ενδιαφέρον για την αισθητική ενσωμάτωση τους στα κτίρια



**Εικόνα 14:** Ανεμογεννήτριες σε κτίρια

Είναι επίσης δυνατό, παράλληλα με τις ανεμογεννήτριες, να γίνεται χρήση φωτοβολταϊκών συστοιχιών (υβριδικά συστήματα), ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της άπνοιας ή οι αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια κάποιες ώρες της ημέρας. Τα υβριδικά συστήματα εκμεταλλεύονται ταυτόχρονα την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Διαθέτουν φωτοβολταϊκό συλλέκτη και ανεμογεννήτρια ώστε να παράγουν ρεύμα από τον ήλιο και τον άνεμο. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα τα αιολικά συστήματα μπορούν να αντισταθμίσουν την χαμηλή απόδοση των φωτοβολταϊκών λόγω χαμηλής προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, και αντίθετα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η μεγάλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να αντισταθμίσει την ασταθή απόδοση των αιολικών συστημάτων, που εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου. Τα φωτοβολταϊκά-αιολικά συστήματα είναι κατάλληλα για απομονωμένες περιοχές, λειτουργώντας ως αυτόνομες μονάδες, όσο και για αστικές περιοχές, σε σύνδεση με το δίκτυο.

Ωστόσο, η αιολική ενέργεια δέχεται τις περισσότερες επικρίσεις όσο αφορά το αν η ανεμογεννήτριες είναι μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον χωρίς αρνητικές επιπτώσεις σε αυτό. Ο θόρυβος αποτελεί ένα από τα βασικότερα προβλήματα κατά την χρήση ανεμογεννητριών. Ο θόρυβος, μπορεί να είναι μηχανικός και να προέρχεται από τα μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας, είτε αεροδυναμικός εξαιτίας της αλληλεπίδρασης της ροής του αέρα με τα πτερύγια. Ο μηχανικός θόρυβος, ο οποίος είναι και ο συνηθέστερος, μπορεί να αντιμετωπιστεί με την χρήση ειδικού κιβωτίου ταχυτήτων ή με την ενσωμάτωση ηχομονωτικής προστασίας στο κέλυφος της ανεμογεννήτριας. Όσο αφορά τον αεροδυναμικό θόρυβο, μπορεί να μειωθεί με την ελάττωση της ταχύτητας περιστροφής των πτερυγίων.

Στην περίπτωση των μικρών ανεμογεννητριών, οι οποίες μπορούν να εγκατασταθούν στον κτιριακό τομέα, υπάρχουν περιπτώσεις μοντέλων μικρών ανεμογεννητριών οι οποίες παράγουν αεροδυναμικό θόρυβο και κραδασμούς, γεγονός που τις καθιστά ενοχλητικές. Ωστόσο, αυτό δεν αποτελεί κανόνα, διότι υπάρχουν πλέον στον εμπόριο οικιακές ανεμογεννήτριες οι οποίες δεν παράγουν κραδασμούς και επιτυγχάνουν αθόρυβη λειτουργία, αποτελώντας ιδανική λύση ακόμα και για πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Μια άλλη παράμετρος, αποτελούν οι επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο οικοσύστημα και ειδικότερα στα πτηνά. Οι ανεμογεννήτριες είναι υψηλές κατασκευές και αποτελούν κίνδυνο σύγκρουσης για τα πτηνά που βρίσκονται κοντά σε αυτές. Ωστόσο, έρευνες έχουν δείξει ότι το ποσοστό θνησιμότητας των πτηνών από ανεμογεννήτριες είναι πολύ χαμηλότερο από ότι το ποσοστό θανάτων που μπορεί να οφείλονται σε σύγκρουση με κτίρια ή στα καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και στο κυνήγι.

Η ένταξη των μικρών ανεμογεννητριών στον κτιριακό τομέα υπόκειται σε χωροταξικούς και περιβαλλοντικούς περιορισμούς. [9] Πιο συγκεκριμένα, η εγκατάσταση ανεμογεννητριών επιτρέπεται:

- σε γήπεδα εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, εκτός ορίων οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 2.000 κατοίκων ή οικισμών προ του 1923, καθώς και εντός δασικών εκτάσεων, αναδασωτέων και δημοσίων εκτάσεων.
- εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικής δραστηριότητας
- χερσαίους λιμένες
- Σε ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς φορείς, επιτρέπεται η εγκατάσταση κάθετου άξονα ανεμογεννήτριας έως 5KW.

Στους περιβαλλοντικούς περιορισμούς ανήκουν οι ελάχιστες αποστάσεις εγκατάστασης αιολικών σταθμών με σκοπό την αποφυγή οπτικής και ακουστικής όχλησης. Οι περιορισμοί είναι:

- Η απόσταση του αιολικού σταθμού από τα όρια του γηπέδου να υπερβαίνει τα 2.5 μέτρα.

- Η ελάχιστη οριζόντια απόσταση που απαιτείται από τα εναέρια δίκτυα (ηλεκτρικής ενέργειας, τηλεπικοινωνιών, φωτισμού), τον οδικό άξονα και τις εγκαταστάσεις δημόσιας χρήσης (σιδηροδρομικούς σταθμούς, σταθμούς και στάσεις λεωφορείων), είναι ίση με το μέγιστο ύψος της ανεμογεννήτριας προσαυξημένο κατά 5%. Για την εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών απαιτείται ελάχιστη απόσταση από ανεμογεννήτρια του ιδίου σταθμού ίση ή μεγαλύτερη από την διάμετρο  $d$  της φτερωτής επί 2,5 φορές.

#### 2.5.5. Κυματική Ενέργεια

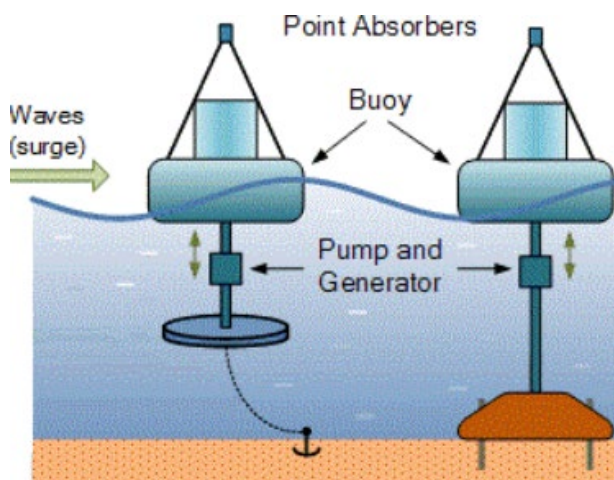
Ο θαλάσσιος κυματισμός αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και η εκμετάλλευση του αποτελεί μια πολύ υποσχόμενη τεχνολογία ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Το ενεργειακό δυναμικό των ωκεανών είναι εξαιρετικά υψηλό και η εκμετάλλευση έστω ενός μικρού ποσοστού του δυναμικού αυτού θα μπορούσε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες σε παγκόσμιο επίπεδο. Ειδικότερα, οι ευρωπαϊκές χώρες που περιβάλλονται από τον Ατλαντικό ωκεανό διαθέτουν τεράστιο κυματικό δυναμικό, ενώ αξιοποιήσιμο δυναμικό αποτελεί και το Αιγαίο πέλαγος. Ωστόσο, οι τεχνολογίες ωκεάνιας ενέργειας βρίσκεται σε σχετικά πρώιμο στάδιο και δεν είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη όσο οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Από την επόμενη δεκαετία οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας θα συμβάλλουν σημαντικά στην απανθρακοποίηση του ενεργειακού τομέα της Ευρώπης.

Στην Ελλάδα, η αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας βρίσκει εφαρμογή σε πιλοτικά έργα σε συνεργασία με πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το λιμάνι του Ηρακλείου, στο οποίο έχει εγκατασταθεί κυματικός μετατροπέας με αρχικό σκοπό την αξιολόγηση της αποδοτικότητας ενός τέτοιου συστήματος και στην συνέχεια την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του λιμανιού. [10]



**Εικόνα 15 :**Συστήμα αξιοποίησης κυματικής ενέργειας στο Ηράκλειο Κρήτης

Η συγκεκριμένη κατηγορία κυματικών μετατροπέων (Point Absorbers) αποτελείται από δύο μέρη. Το κινούμενο μέρος (πλωτήρας) το οποίο αλληλοεπιδρά με τα κύματα και απορροφά την ενέργειά τους και το σταθερό μέρος, το οποίο μπορεί να είτε συγκρατείται στον πυθμένα της θάλασσας είτε να είναι αγκυροβολημένο. Η συχνότητα του συστήματος ρυθμίζεται ώστε να είναι παραπλήσια της συχνότητας των κυμάτων της περιοχής που εγκαθίσταται ώστε να προκύπτει συντονισμός. Τα συστήματα αυτά μπορούν κατασκευαστούν σε διαφορετικές κλίμακες μεγέθους και πλήθους και είναι ιδανικά για την παροχή αυτόνομης λύσης στην γεωργία, σε βιομηχανίες, ξενοδοχεία αλλά ακόμα και για ιδιωτική χρήση σε κατοικία.



**Εικόνα 16 :**Μετατροπέας κυματικής ενέργειας

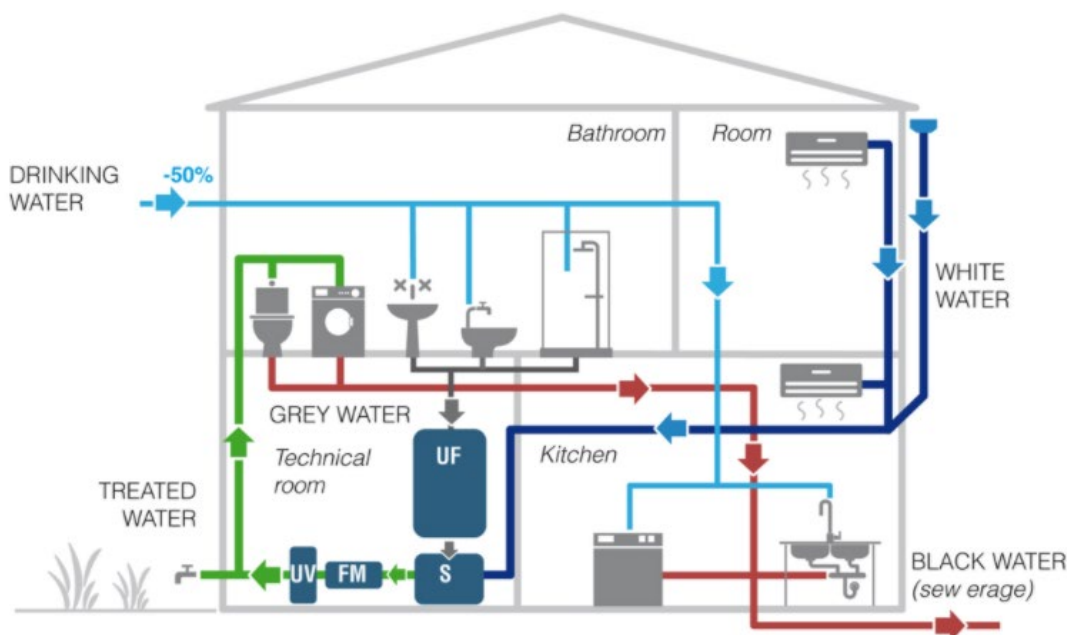


### 2.5.6. Οικολογική διαχείριση υδάτων

Η επαναχρησιμοποίηση του νερού στον κτιριακό τομέα συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση του, μειώνοντας παράλληλα τα υγρά απόβλητα που καταλήγουν σε βιολογικό καθαρισμό ή στο υπέδαφος. Το νερό που χρησιμοποιείται για την κάλυψη καθημερινών αναγκών του ανθρώπου, τις περισσότερες φορές καταλήγει αναξιοποίητο στις αποχετεύσεις, ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για δραστηριότητες που δεν απαιτούν καθαρό και πόσιμο νερό. Για παράδειγμα, για το καζανάκι και το πότισμα των κήπων γίνεται χρήση πόσιμου νερού, ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και νερό χαμηλότερης ποιότητας.

Το σύνολο των νερών που προέρχονται από το νιπτήρα του μπάνιου και της κουζίνας, το πλυντήριο ρούχων και το ντους ονομάζονται γκρίζα νερά. Με κατάλληλη επεξεργασία τα νερά αυτά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, σε χρήσεις όπως το πότισμα κήπων και το γέμισμα στα καζανάκια, εξοικονομώντας τεράστιες ποσότητες νερού.

Μαύρα νερά ονομάζονται τα νερά που προέρχονται από τη τουαλέτα, απόβλητα βιομηχανιών κλπ. Συνήθως αυτά δεν ανακυκλώνονται, ούτε επαναχρησιμοποιούνται άμεσα, αλλά οδηγούνται απευθείας στον βιολογικό καθαρισμό για επεξεργασία.



**Εικόνα 17:** Σύστημα επαναχρησιμοποίησης λυμάτων

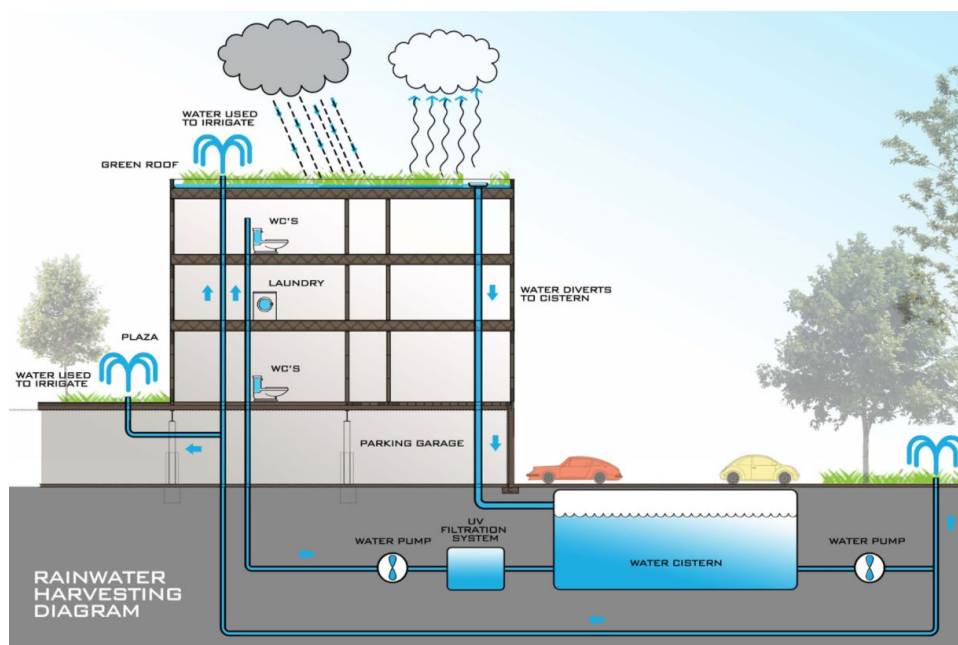
Τα οφέλη από την εγκατάσταση συστήματος επαναχρησιμοποίησης γκρίζων νερών είναι οικονομικά και περιβαλλοντολογικά. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα είναι η ορθολογικότερη χρήση του πόσιμου νερού που οδηγεί σε μειωμένες δαπάνες

αλλά και το ότι δεν επιβαρύνεται το περιβάλλον, κυρίως σε περιόδους ξηρασίας. Στα μειονεκτήματα των συστημάτων επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων περιλαμβάνονται:

- Το υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος
- Τα λύματα θα πρέπει να απολυμαίνονται πριν την αποθήκευση, διότι μπορεί να περιέχουν παθογόνους οργανισμούς. Επιπλέον, σε περίπτωση που το νερό αποθηκεύεται για πάνω από 24 ώρες χωρίς κατάλληλη επεξεργασία δημιουργείται δυσοσμία και το νερό δεν είναι κατάλληλο για χρήση.

Μια άλλη πρακτική εξοικονόμησης των υδάτων είναι η **συλλογή βρόχινου νερού**, μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την συλλογή, την αποθήκευση και την μεταφορά του νερού, με σκοπό την μελλοντική χρήση του. Η αποθήκευση του νερού πραγματοποιείται σε ειδικές δεξαμενές ή είτε στο έδαφος μέσω της διείσδυσης.

Οι πρακτικές συλλογής του βρόχινου νερού χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις χερσαίες και αυτές που εφαρμόζονται σε οροφές και στέγες. Στην πρώτη κατηγορία η απορροή των υδάτων προέρχεται από πλακόστρωτους ή καλυμμένους από τσιμέντο χώρους που στην συνέχεια μεταφέρονται σε αυλάκια, δεξαμενές και ταμιευτήρες. Στην δεύτερη περίπτωση, η συλλογή του νερού γίνεται απευθείας από την στέγη του κτιρίου και το νερό είναι καθαρότερο από το χερσαίο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί, η εκμετάλλευση νερού που αποθηκεύεται στις πράσινες οροφές όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 18:** Συλλογή νερού από πράσινη οροφή

### Κεφάλαιο 3 :ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η εγκατάσταση ΑΠΕ στο κτίριο της ΟΑΚ και πιο συγκεκριμένα η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ανεμογεννήτριας, με σκοπό την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της. Για τον σκοπό αυτό, θα χρησιμοποιηθούν δύο λογισμικά προγράμματα, το Pvsyst και το Homer Pro.

Το Pvsyst χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της ετήσιας παραγωγής των φωτοβολταϊκών συστημάτων που θα εξεταστούν. Το συγκεκριμένο λογισμικό διαθέτει ευρεία βάση δεδομένων σε φωτοβολταϊκά πλαίσια και inverters ενώ δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να εισάγει στην βιβλιοθήκη του Pvsyst δεδομένα για  $\phi/\beta$  διατάξεις και Inverters που δεν εμπεριέχονται στην υπάρχουσα βάση δεδομένων. Στο πρώτο στάδιο γίνεται εισαγωγή των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής υπό εξέταση. Στην συνέχεια, γίνεται εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων που αφορούν την διάταξη των  $\phi/\beta$ , όπως το μοντέλο των  $\phi/\beta$  που θα χρησιμοποιηθεί, ο inverter, η κλίση των φωτοβολταϊκών και ο προσανατολισμός. Επιπλέον το λογισμικό δίνει την δυνατότητα πραγματοποίησης τεchnοοικονομικής ανάλυσης για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.

Το Homer Pro είναι λογισμικό για τον σχεδιασμό και την βελτιστοποίηση ηλεκτρικών συστημάτων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση της εγκατάστασης ανεμογεννητριών και υβριδικού συστήματος ανεμογεννήτριας-φωτοβολταϊκού. Το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να μοντελοποιήσει συστήματα που αποτελούνται από φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, μπαταρίες, γεννήτριες βιομάζας, κυψέλες καυσίμου κλπ. Παράλληλα δίνεται η δυνατότητα τεchnοοικονομικής ανάλυσης για το υπό εξέταση σύστημα. Κατά την φάση της προσομοίωσης, μοντελοποιείται το σύστημα και το Homer Pro πραγματοποιεί ενεργειακούς υπολογισμούς για κάθε μία ώρα του έτους. Στο στάδιο της βελτιστοποίησης παρουσιάζονται μια σειρά συνδυασμών με βάση το καθαρό κόστος, ώστε να γίνει σύγκριση των επιλογών και να επιλεγεί στο τέλος το κατάλληλο ενεργειακό σύστημα.

Αφού πραγματοποιηθεί η μοντελοποίηση και η προσομοίωση των συστημάτων, ακολουθεί η τεchnοοικονομική ανάλυση για κάθε σενάριο, ώστε να αποφασιστεί ποιο σενάριο είναι οικονομικά συμφέρουσα λύση για την ΟΑΚ. Τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν, ώστε να επιλεγεί η αποδοτικότερη λύση είναι αυτό της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ) και της Περιόδου Αποπληρωμής.

**Καθαρή Παρούσα Αξία** είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης και του αρχικού κεφαλαίου που απαιτείται. Η απόφαση για την επένδυση σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ γίνεται ως εξής:



- $KPA > 0$ , η επένδυση γίνεται αποδεκτή.
- $KPA = 0$ , η επένδυση θεωρείται αδιάφορη.
- $KPA < 0$ , η επένδυση απορρίπτεται.

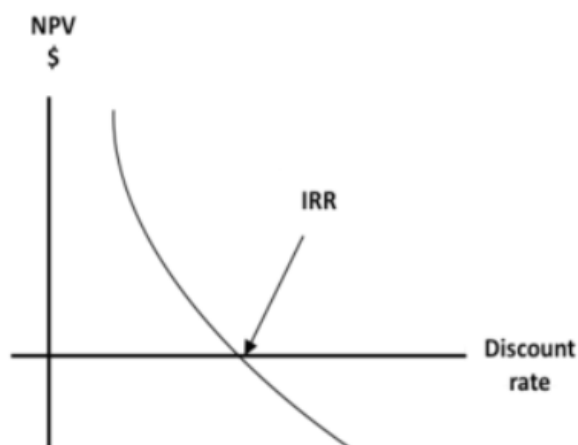
Ως **Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)** ορίζεται το επιτόκιο εκείνο που εξισώνει την παρούσα αξία των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης με το αρχικό κεφάλαιο. Με άλλα λόγια, είναι το επιτόκιο που μηδενίζει την ΚΠΑ. Η απόφαση για την επένδυση βάση του κριτηρίου του EBA και δεδομένου ενός προεξοφλητικού επιτοκίου  $i$  γίνεται ως εξής :

- Εάν ο  $EBA > i$ , η επένδυση είναι αποδεκτή.
- Εάν ο  $EBA = i$ , η επένδυση είναι αδιάφορη.
- Εάν ο  $EBA < i$ , η επένδυση απορρίπτεται.

Η **Περίοδος Αποπληρωμής**, αντιπροσωπεύει τον χρόνο  $t$  κατά τον οποίο το άθροισμα των ταμειακών ροών ισούται με την αρχική δαπάνη της επένδυσης. Με αυτό τον τρόπο υπολογίζεται μετά από πόσο χρονικό διάστημα πραγματοποιείται η απόσβεση της επένδυσης. Ωστόσο το κριτήριο της επανείσπραξης δεν λαμβάνει υπόψη την διαχρονική αξία του χρήματος και τις χρηματικές ροές που πραγματοποιούνται μετά την αποπληρωμή του επενδυμένου κεφαλαίου.

Για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης θα χρησιμοποιηθούν συναρτήσεις του Excel. Πιο συγκεκριμένα:

- Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) : Η συνάρτηση που υπολογίζει την ΚΠΑ στο Excel είναι η NPV. Η σύνταξη της περιλαμβάνει ως ορίσματα το προεξοφλητικό επιτόκιο και στην συνέχεια τις ετήσιες ταμειακές ροές.
- Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA): Η συνάρτηση που υπολογίζει τον EBA στο Excel είναι η IRR. Η σύνταξη της περιλαμβάνει ως όρισμα τις ετήσιες ταμειακές ροές της επένδυσης.



Εικόνα 19: Σχέση ΚΠΑ και EBA

## Κεφάλαιο 4 :ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Η Ορθόδοξος Ακαδημία Κρήτης (ΟΑΚ), [11] βρίσκεται στο Κολυμπάρι του νομού Χανίων. Αποτελεί, ένα κοινωνοφελές ίδρυμα όπου, οργανώνει και φιλοξενεί τοπικά, εθνικά και διεθνή συνέδρια σε συνεργασία με την Εκκλησία, πανεπιστήμια και άλλους οργανισμούς. Παράλληλα, αναπτύσσει εκπαιδευτικές δράσεις, σεμινάρια καθώς και επιστημονικό έργο στους τομείς της θεολογίας και του περιβάλλοντος. Στόχος της ΟΑΚ είναι η σύνδεση της οικολογίας με την Ορθόδοξη θεολογία ως έννοιες αλληλένδετες με κοινό στόχο την αειφόρο ανάπτυξη.

Το κτιριακό συγκρότημα της ΟΑΚ αποτελείται από δύο κτίρια. Το πρώτο κτίριο, αποτελείται από μια συνεδριακή αίθουσα χωρητικότητας 90 ατόμων και από χώρους εστίασης και φιλοξενίας. Στο δεύτερο κτίριο, στεγάζεται μια μεγάλη συνεδριακή αίθουσα χωρητικότητας 600 ατόμων καθώς και 60 δίκλινα δωμάτια φιλοξενίας. Η συνολική έκταση που καταλαμβάνει η ΟΑΚ είναι  $8,441\text{m}^2$ , εκ των οποίων  $1,067\text{m}^2$  είναι το συνεδριακό κέντρο,  $1,917\text{m}^2$  είναι οι χώροι εστίασης,  $324\text{m}^2$  η κουζίνα και η τραπεζαρία και  $197\text{m}^2$  οι χώροι των γραφείων.



**Εικόνα 20:** Κτιριακό Συγκρότημα ΟΑΚ( Δεξιά: Πρώτο κτίριο- Αριστερά :δεύτερο κτίριο)

Σύμφωνα με τα δεδομένα της ΔΕΗ, η ετήσια κατανάλωση το προηγούμενο έτος ήταν  $253.046,77\text{ kW}$  εκ των οποίων  $77.358,8\text{ kW}$  παράχθηκαν από τα φωτοβολταϊκά συστήματα συνολικής ισχύος  $50\text{ kW}$  που διαθέτει η Ακαδημία. Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται με σκοπό την κάλυψη των αναγκών της ΟΑΚ σε φωτισμό, καθώς και για την θέρμανση και ψύξη του χώρου, μέσω αντλίας θερμότητας συνολικής ισχύος  $367\text{ kW}$  και COP 2.9. Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιείται ηλιακός θερμοσίφωνας, με εμβαδό  $24.15\text{ m}^2$  και ισχύ  $16,9\text{ kW}_{\text{th}}$ . Η κουζίνα λειτουργεί με υγραέριο καταναλώνοντας ετησίως  $400\text{ lt}$ .

Στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να εξεταστούν σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης τα οποία θα καταστήσουν την ΟΑΚ ενεργειακά αυτόνομη. Οι προτάσεις που θα εξεταστούν βασίζονται στις βασικούς πυλώνες του Renovation Wave της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, οι οποίοι είναι:

1. Ένταξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), με στόχο την σταδιακή απανθρακοποίηση του ενεργειακού τομέα και την ενεργειακή αυτονομία των κτιρίων.
2. Υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας και αποβολή του γραμμικού μοντέλου «Προμήθεια-Παραγωγή-Απόρριψη». Στον κτιριακό τομέα προωθείται η χρήση ανακυκλώσιμων και επαναχρησιμοποιήσιμων προϊόντων κατά την διάρκεια κατασκευής ή ανακαίνισης.
3. Ενσωμάτωση ψηφιακών συστημάτων για την ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση.
4. Δημιουργία ευνοϊκών εσωτερικών συνθηκών και ορθολογική χρήση του νερού.

Στην συγκεκριμένη εργασία, θα εξεταστούν αναλυτικά σενάρια που αφορούν την ενεργειακή αυτονομία της ΟΑΚ μέσω Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ωστόσο, θα προταθούν και άλλες προτάσεις με τεχνικά και οικονομικά δεδομένα που θα καλύπτουν τις υπόλοιπες βασικές αρχές του Renovation Wave.

Η Κρήτη αποτελεί μια από τις περιοχές με το υψηλότερο ηλιακό δυναμικό της χώρας. Επομένως, εξαιτίας των ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών παρουσιάζονται αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη και την εφαρμογή συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά και ηλιακά συστήματα.

Στην περίπτωση της ΟΑΚ, υπάρχει ήδη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, συνολικής ισχύος 50kW,[12] τα οποία καλύπτουν περίπου το 30% των αναγκών σε ηλεκτρικό ρεύμα. Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία, σε μη διασυνδεδεμένα νησιά και πιο συγκεκριμένα στην Κρήτη, επιτρέπεται η εγκατάσταση φ/β συστημάτων σε κτίρια κοινωφελούς ή δημόσιου ενδιαφέροντος έως 300kW.

Επομένως, η εγκατάσταση επιπλέον φ/β έως 250kW, θα ήταν μια πιθανή λύση για περαιτέρω μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης της ΟΑΚ. Ωστόσο, επειδή δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος στην οροφή του δεύτερου κτιρίου, αναζητήθηκαν εναλλακτικές λύσεις ως προς την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η επιλογή της συνολικής ισχύος των φωτοβολταϊκών που θα εξεταστούν, έγιναν με σκοπό η ετήσια παραγωγής τους να καλύπτει εξ' ολοκλήρου τις ενεργειακές ανάγκες της Ακαδημίας.

Επιπλέον, η τοποθεσία της ΟΑΚ είναι ιδανική για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού της περιοχής. Επομένως, μια επόμενη πιθανή λύση που θα εξεταστεί είναι η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας. Σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία, η ΟΑΚ εντάσσεται στα ερευνητικά κέντρα και για περιοχές όπως η Κρήτη, που δεν

είναι διασυνδεδεμένες με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο, επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα έως 5kW. Ωστόσο, τα επόμενα χρόνια όπου θα πραγματοποιηθεί η διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό δίκτυο θα επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών έως 60kW.

Τέλος, εξετάζεται η εγκατάσταση υβριδικού συστήματος φωτοβολταϊκού- ανεμογεννήτριας . Αυτό το σενάριο περιλαμβάνεται από δύο εναλλακτικές , εκ των οποίων η πρώτη βασίζεται στην υπάρχουσα νομοθεσία για την περίπτωση της ανεμογεννήτριας ενώ η δεύτερη εναλλακτική βασίζεται στην μελλοντική νομοθεσία, μετά την διασύνδεση της Κρήτης.

## Κεφάλαιο 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης που θα εξεταστούν είναι τρία. Το πρώτο σενάριο αφορά εξ ολοκλήρου κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ΟΑΚ με φωτοβολταϊκά. Σε αυτό το σενάριο, εξετάζονται τέσσερις εναλλακτικές. Στην πρώτη εναλλακτική εξετάζεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών κεραμιδιών, τα οποία αποτελούν μια νεότερη τεχνολογία στον τομέα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα φωτοβολταϊκά κεραμίδια μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά κεραμίδια μιας κεραμοσκεπής προσφέροντας καθαρή πράσινη ενέργεια εξαλείφοντας παράλληλα το πρόβλημα που δημιουργείται με την κάλυψη της οροφής του κτιρίου με μεγάλα φωτοβολταϊκά πάνελ. Το φωτοβολταϊκό πάνελ που εξετάστηκε κατασκευάζεται από την εταιρία Solar Innova.

Στη δεύτερη εναλλακτική, εξετάζεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, όπου το χρώμα των φωτοβολταϊκών πάνελ είναι ίδιο με αυτό της κεραμοσκεπής. Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτή η εναλλακτική είναι ώστε να μην αλλοιώνεται το αισθητικό αποτέλεσμα της οροφής και τα φωτοβολταϊκά πάνελ να εναρμονίζονται πλήρως με το κτίριο. Το φωτοβολταϊκό πάνελ που εξετάστηκε κατασκευάζεται από την εταιρία Bisol και είναι το μοντέλο Bisol Spectrum Series- Red.

Στην τρίτη εναλλακτική, εξετάζεται η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος φωτοβολταϊκών που διαθέτει η ΟΑΚ. Η σειρά φωτοβολταϊκών που διαθέτει η ΟΑΚ είναι η Premium BMU 275 της εταιρίας Bisol.

Τέλος, στην τέταρτη εναλλακτική εξετάζεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, όπου σύμφωνα με την εταιρία κατασκευής στα συγκεκριμένα φ/β πάνελ δεν μειώνεται η απόδοση τους με την πάροδο του χρόνου. Η σειρά φωτοβολταϊκών που θα εξεταστεί είναι η Supreme BMO 320 της εταιρίας Bisol.

Συνοπτικά οι τέσσερις εναλλακτικές είναι :

1. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών κεραμιδιών 135kW
2. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος 127kW
3. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος 118kW
4. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος 118kW

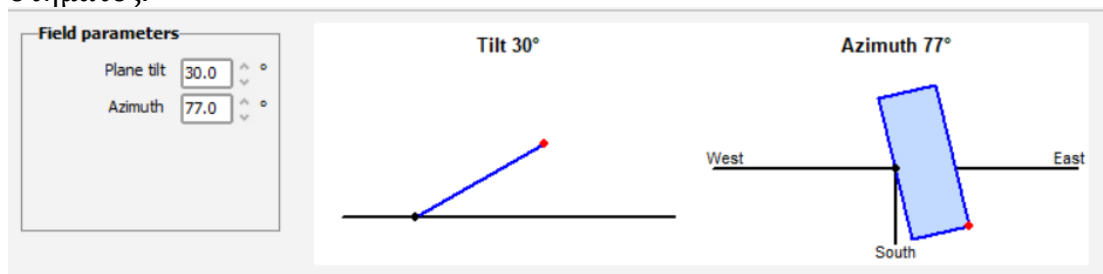
Στο δεύτερο σενάριο, εξετάζεται η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ΟΑΚ με την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας. Η πρώτη εναλλακτική αφορά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα 5kW, όπως ορίζει η υπάρχουσα νομοθεσία. Στην συνέχεια, εξετάζεται η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 30kW, 60kW καθώς και η εγκατάσταση δυο ανεμογεννητριών 30kW η καθεμία. Οι παραπάνω εναλλακτικές μπορούν να εφαρμοστούν μόνο αφού γίνει η διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο. Όλες οι ανεμογεννήτριες που εξετάστηκαν σε αυτό το σενάριο είναι της εταιρίας Aeolos.

Στο τρίτο σενάριο, εξετάζεται ο συνδυασμός φωτοβολταϊκού συστήματος και ανεμογεννήτριας. Το φωτοβολταϊκό ως προς εξέταση είναι αυτό που θα προκύψει ως αποδοτικότερη εναλλακτική στο 1<sup>ο</sup> σενάριο.

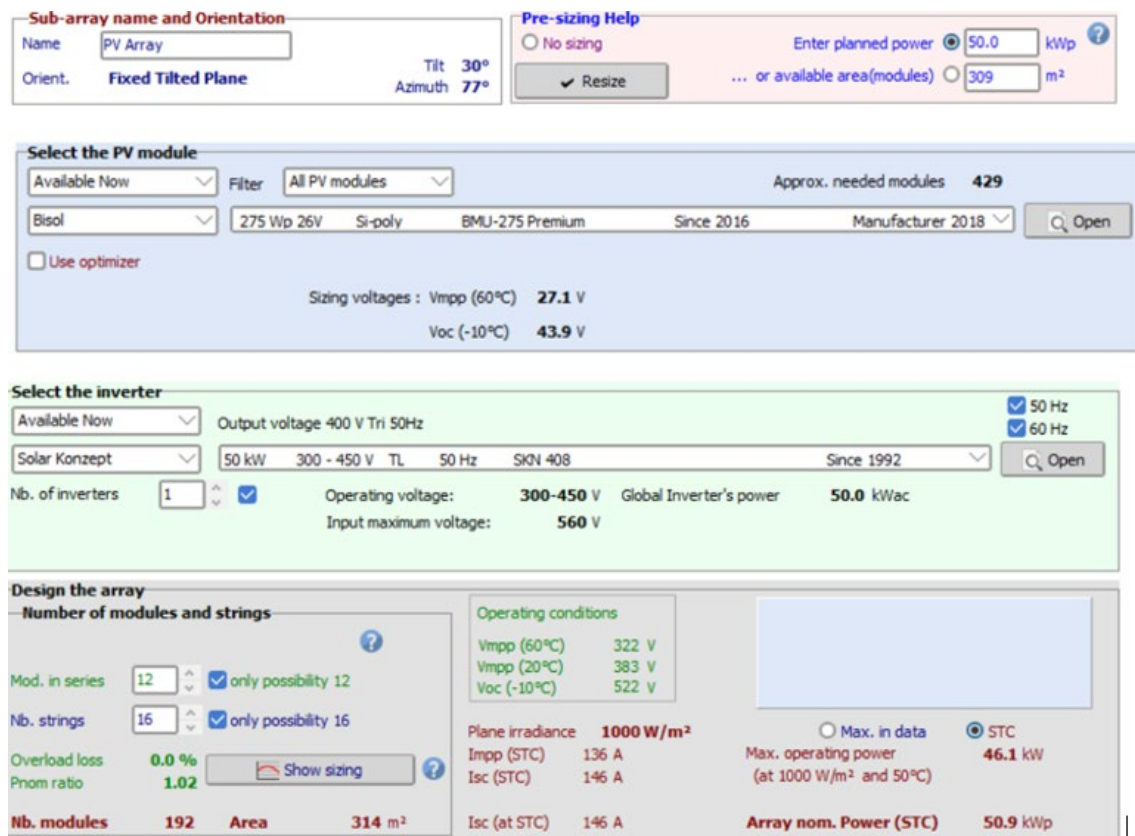
### Επαλήθευση Δεδομένων της Υπάρχουσας Εγκατάστασης 50kW της ΟΑΚ

Η ΟΑΚ διαθέτει φωτοβολταϊκό σύστημα 50kW, η οποία σε ετήσια βάση αποδίδει 77,358kWh καλύπτοντας το 30.6% των ενεργειακών αναγκών του συγκροτήματος. Τα φωτοβολταϊκά είναι της σειράς Premium BMU 275 της Bisol.

Αρχικά, θα υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή από το Pvsyst και με αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζεται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων των εναλλακτικών σεναρίων. Το Pvsyst διαθέτει στην βιβλιοθήκη του τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου φωτοβολταϊκού. Τα δεδομένα εισόδου είναι ο προσανατολισμός και ο αριθμός αζιμούθιου. Η υπάρχουσα εγκατάσταση είναι προσανατολισμένη νοτιο-ανατολικά με κλίση 30 μοίρες. Στην συνέχεια επιλέγονται οι παράμετροι του συστήματος.



Εικόνα 21: Καθορισμός προσανατολισμού & κλίσης φ/β



Εικόνα 22: Καθορισμός συστήματος

Main results			
System Production	77.1 MWh/yr	Normalized prod.	4.15 kWh/kWp/day
Specific prod.	1516 kWh/kWp/yr	Array losses	0.68 kWh/kWp/day
Performance Ratio	0.831	System losses	0.16 kWh/kWp/day

Εικόνα 23: Ετήσια παραγωγή

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Pvsyst, το φ/β σύστημα παράγει 77,100kWh ετησίως, ενώ η πραγματική παραγωγή ενέργειας είναι 77,358kWh. Η απόκλιση είναι πολύ μικρή, της τάξεως των 258kWh.

## 5.1. Σενάριο 1ο

### Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Κεραμιδιών Ισχύος 136kW

Τα φωτοβολταϊκά κεραμίδια θα τοποθετηθούν στην στέγη του πρώτου κτιρίου της ΟΑΚ. Κατασκευάζονται από την εταιρία Solar Innova.

Για να υπολογιστεί η αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας των φωτοβολταϊκών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Pvsyst. Στο πρώτο βήμα, έγινε εισαγωγή των απαραίτητων τεχνικών χαρακτηριστικών του φ/β, όπως αυτά δίνονται από τον κατασκευαστή.

**Nom. Power** (at STC)  Wp Tol. +/-   %

Technology

The nominal power doesn't match the Vmpp\*Impp data (discrepancy of -6.07%). This will distort the Performance Ratio result (PVsyst usually accepts up to 0.2%)

**Manufacturer specifications or other measurements**

Reference conditions	GRef	<input type="text" value="1000"/> W/m²	TRef	<input type="text" value="25"/> °C
Short-circuit current	Isc	<input type="text" value="9.840"/> A	Open circuit Voc	<input type="text" value="5.37"/> V
Max Power Point	Impp	<input type="text" value="9.310"/> A	Vmpp	<input type="text" value="4.54"/> V
Temperature coefficient	muIsc	<input type="text" value="-4.9"/> mA/°C	Nb cells	8 in series
	or muIsc	<input type="text" value="-0.049"/> %/°C		

**Model summary**

**Main parameters**

R shunt **140 Ω**

Rsh(G=0) **2000 Ω**

**R serie model** **0.01 Ω**

R serie max. **0.03 Ω**

R serie apparent **0.04 Ω**

**Model parameters**

Gamma **1.188**

IoRef **2.74 nA**

muVoc **-19 mV/°C**

muPMax fixed **-0.51 /°C**

**Internal model result tool**

Operating conditions	GOper	<input type="text" value="1000"/> W/m²	TOper	<input type="text" value="25"/> °C
Max Power Point	Pmpp	<input type="text" value="42.3"/> W	Temper. coeff.	<input type="text" value="-0.51"/> %/°C
Current	Impp	<input type="text" value="9.32"/> A	Voltage Vmpp	<input type="text" value="4.5"/> V
Short-circuit current	Isc	<input type="text" value="9.84"/> A	Open circuit Voc	<input type="text" value="5.4"/> V
Efficiency	/ Cells area	<input type="text" value="21.71"/> %	/ Module area	<input type="text" value="14.62"/> %



Description **SOLAR INNOVA, PV TILES**

Module		Cells	
Length	410 mm	In series	8
Width	705 mm	In parallel	1
Thickness	0.0 mm	Cell area	243.4 cm <sup>2</sup>
Weight	0.00 kg	Total nb. cells	8
Module area	0.289 m <sup>2</sup>	Cells area	0.195 m <sup>2</sup>

Definition of Module's sizes is mandatory: it is used for the determination of the "usual" efficiency.  
Cells area is facultative: if defined it allows for the definition of the efficiency at cell level.

**Module technology and specificities**

**Maximum Array Voltage**  
Absolute maximum voltage of the Array in any conditions (i.e. Voc at lowest possible ambient temperature).

Maximum voltage IEC  V

Maximum voltage UL (US)  V

**By-pass protection diodes**

Nb. of submodules  /module

(i.e. functional by-pass diodes)

Submodule partition:

☐ In length ☐ Twin half cells

☐ In width ☐ Shingled cells

☐ Tile module

☐ CPV: Concentrating module

☐ Bifacial module

**Εικόνα 24:** Εισαγωγή Τεχνικών Χαρακτηριστικών Φωτοβολταϊκού

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΗ, η ετήσια κατανάλωση της ΟΑΚ ήταν 258657kW , εκ των οποίων οι 77358kW παράχθηκαν από τα ήδη υπάρχοντα φωτοβολταϊκά συστήματα. Επομένως στόχος είναι η εγκατάσταση των φ/β να καλύψει τις υπολειπόμενες 181299kW και να μηδενιστεί ο λογαριασμός της ΔΕΗ.


Αφού γίνει η εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών των φ/β κεραμιδιών, θα υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή τους βάση του προσανατολισμού της εγκατάστασης και των κλιματικών δεδομένων της περιοχής.

**Field parameters**

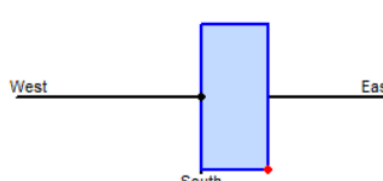
Plane tilt  °

Azimuth  °

**Tilt 10°**



**Azimuth 90°**



**Εικόνα 25:** Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου

Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι ανατολικός και για αυτό το λόγο η τιμή αζιμούθιου ορίζεται 90 μοίρες.



**Sub-array name and Orientation**  
 Name: PV Array  
 Orient.: Fixed Tilted Plane  
 Tilt: 10°  
 Azimuth: 90°

**Pre-sizing Help**  
☐ No sizing  
 Enter planned power: 136.0 kWp  
☒ ... or available area(modules): 874 m²

**Select the PV module**  
 Available Now:   
 Filter: All PV modules  
 Approx. needed modules: 3022  
 SOLAR INNOVA: 45 Wp 4V Si-mono PV TILES  
 Manufacturer:   
☐ Use optimizer  
 Sizing voltages : Vmpp (60°C) 3.8 V  
 Voc (-10°C) 6.0 V

**Select the inverter**  
 Available Now:   
 Output voltage 380 V Tri 50Hz  
 All manufacturers: 134 kW 570 - 800 V TL 50 Hz PVI-134.0-TL ABB  
  
 Nb of MPPT inputs: 2 ☒  
☒ Use multi-MPPT feature  
 Operating voltage: 570-800 V Inverter power used 134 kWac  
 Input maximum voltage: 1000 V inverter with 2 MPPT

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series: 151  between 149 and 166  
 Nb. strings: 20  only possibility 20  
 Overload loss: 0.0 %  
 Pnom ratio: 1.01   
 Nb. modules: 3020 Area: 873 m²

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 581 V  
 Vmpp (20°C) 699 V  
 Voc (-10°C) 909 V  
 Plane irradiance 1000 W/m²  
 Imp (STC) 182 A  
 Isc (STC) 197 A  
 Isc (at STC) 197 A  
☐ Max. in data  
☒ STC  
 Max. operating power (at 1000 W/m² and 50°C) 111 kW  
 Array nom. Power (STC) 136 kWp

Εικόνα 26: Καθορισμός Συστήματος

Σύμφωνα με το Pvsyst για την εγκατάσταση 136kW απαιτούνται 3020 κεραμίδια, τα οποία θα καταλαμβάνουν 873m<sup>2</sup> από τα 1510m<sup>2</sup> της οροφής. Η ετήσια παραγωγή τους είναι 181Mwh/yr.

Main results			
System Production	181 MWh/yr	Normalized prod.	3.65 kWh/kWp/day
Specific prod.	1333 kWh/kWp/yr	Array losses	1.30 kWh/kWp/day
Performance Ratio	0.724	System losses	0.09 kWh/kWp/day

Εικόνα 27: Συνοπτικά Αποτελέσματα

Στον παρακάτω πίνακα, η στήλη **E\_Avail** δίνει την μηνιαία παραγωγή των φ/β, το **E\_Grid** την εγχεόμενη ποσότητα προς το δίκτυο και το **E\_FrGrid** την ενέργεια που δόθηκε από το δίκτυο.

	E_Grid kWh	EFrGrid kWh	E_Avail kWh
January	3531	10461	8102
February	4244	9003	8818
March	8422	9063	14392
April	12078	7977	18648
May	14376	7535	21874
June	15136	7091	22593
July	15067	7431	22668
August	13429	7871	20591
September	9702	8375	15874
October	6209	9515	11727
November	4437	9857	9128
December	2431	10768	6695
Year	109061	104946	181111

Εικόνα 28: Ετήσια παραγωγή φ/β

### Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Ισχύος 125kW

Τα φωτοβολταϊκά είναι της εταιρίας Bisol και ανήκουν στην σειρά Bisol Spectrum BMU/BSU 265. Για να μην αλλοιωθεί η αισθητική εικόνα της οροφής επιλέχθηκε το χρώμα των φ/β πάνελ να είναι ίδιο με το χρώμα της κεραμοσκεπής.

Ομοίως με πριν, θα υπολογιστεί η συνολική ετήσια παραγωγή των φ/β πλαισίων από το Pvsyst.

**Nom. Power** (at STC)  Wp Tol. -/+   %  
Technology

---

**Manufacturer specifications or other measurements**

Reference conditions	GRef	<input type="text" value="1000"/>	W/m <sup>2</sup>	TRef	<input type="text" value="25"/>	°C
Short-circuit current	Isc	<input type="text" value="8.850"/>	A	Open circuit Voc	<input type="text" value="38.90"/>	V
Max Power Point	Impp	<input type="text" value="8.450"/>	A	Vmpp	<input type="text" value="30.20"/>	V
Temperature coefficient	muIsc	<input type="text" value="35.4"/>	mA/°C	<b>Nb cells</b>		<b>60 in series</b>
	or muIsc	<input type="text" value="0.400"/>	%/°C			

---

**Internal model result tool**

Operating conditions	GOper	<input type="text" value="1000"/>	W/m <sup>2</sup>	TOper	<input type="text" value="25"/>	°C
Max Power Point	Pmpp	<input type="text" value="258.9"/>	W	Temper. coeff.	<input type="text" value="-0.33"/>	%/°C
Current	Impp	<input type="text" value="8.15"/>	A	Voltage Vmpp	<input type="text" value="31.8"/>	V
Short-circuit current	Isc	<input type="text" value="8.85"/>	A	Open circuit Voc	<input type="text" value="38.9"/>	V
Efficiency	/ Cells area	<input type="text" value="573.68"/>	%	/ Module area	<input type="text" value="15.84"/>	%

---

**Model summary**

**Main parameters**

R shunt **10234 Ω**  
Rsh(G=0) **41000 Ω**

**R serie model** **0.01 Ω**  
R serie max. **0.51 Ω**  
R serie apparent **0.32 Ω**

**Model parameters**

Gamma **1.801**  
IoRef **7257.26 nA**  
muVoc **-229 mV/°C**  
muPMax fixed **-0.40 /°C**

Description **Bisol, Spectrum Serie (red)**

Module		Cells	
Length	1649 mm	In series	60
Width	991 mm	In parallel	1
Thickness	35.0 mm	Cell area	0.2 cm <sup>2</sup>
Weight	18.80 kg	Total nb. cells	60
Module area	1.634 m <sup>2</sup>	Cells area	0.001 m <sup>2</sup>

Definition of Module's sizes is mandatory: it is used for the determination of the "usual" efficiency.  
Cells area is facultative: if defined it allows for the definition of the efficiency at cell level.

**Maximum Array Voltage**  
Absolute maximum voltage of the Array in any conditions (i.e. Voc at lowest possible ambient temperature).  
Maximum voltage IEC: N/A V  
Maximum voltage UL (US): N/A V

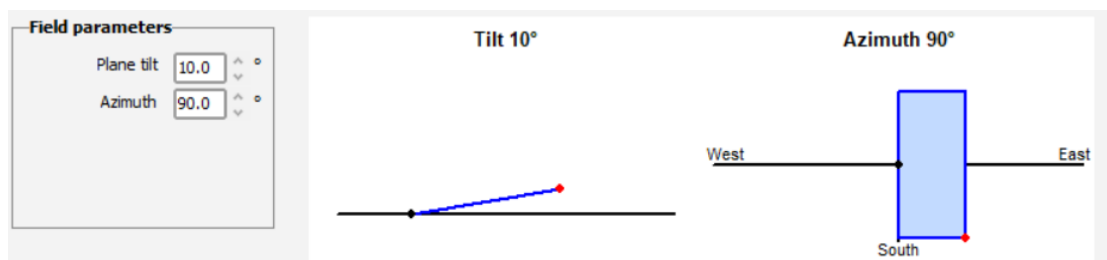
**By-pass protection diodes**  
Nb. of submodules: 2 /module  
(i.e. functional by-pass diodes)  
Submodule partition:  
☐ In length      ☐ Twin half cells  
☐ In width      ☐ Shingled cells

☐ Tile module  
☐ CPV: Concentrating module  
☐ Bifacial module

**Module technology and specifics**

Εικόνα 29: Εισαγωγή Τεχνικών Χαρακτηριστικών Φωτοβολταϊκού

Για τον υπολογισμό της ετήσιας παραγωγής των φωτοβολταϊκών ορίζεται η κλίση της οροφής εγκατάστασης και ο αριθμός αζιμούθιου. Λόγω ανατολικού προσανατολισμού ορίζεται 90 μοίρες.



Εικόνα 30: Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου

**-Sub-array name and Orientation**  
 Name:   
 Orient.: **Fixed Tilted Plane** Tilt: **10°** Azimuth: **90°**

**Pre-sizing Help**  
☐ No sizing Enter planned power:  kWp  
☒ ... or available area(modules):  m²

**Select the PV module**  
 Available Now:  Filter:  Approx. needed modules: **490**  
 Bisol:  255 Wp 25V Si-poly Spectrum Serie (red) Manufacturer:   
☐ Use optimizer  
 Sizing voltages : Vmpp (60°C) **24.0 V**  
 Voc (-10°C) **46.4 V**

**Select the inverter**  
 All inverters:  Output voltage 480 V Tri 60Hz  
 All manufacturers:  125 kW 275 - 550 V LF Tr 60 Hz Sunny Central 125 U SMA  
 Nb. of inverters:  Operating voltage: **275-550 V** Global Inverter's power: **125 kWac**  
 Input maximum voltage: **600 V**

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series:  only possibility 12  
 Nb. strings:  only possibility 41  
 Overload loss: **0.0 %**  
 Pnom ratio: **1.00**   
 Nb. modules: **492** Area: **804 m²**

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 289 V  
 Vmpp (20°C) 394 V  
 Voc (-10°C) 557 V  
 Plane irradiance **1000 W/m²**  
 Imp (STC) 361 A  
 Isc (STC) 363 A  
 Isc (at STC) 363 A  
☐ Max. in data ☒ STC  
 Max. operating power (at 1000 W/m² and 50°C) **114 kW**  
**Array nom. Power (STC) 125 kWp**

Εικόνα 31: Καθορισμός Συστήματος

Σύμφωνα με το Pvsyst για την εγκατάσταση 125kW χρειάζονται 492 φ/β τα οποία θα παράγουν ετησίως 181.147kWh.

Main results			
System Production	<b>181 MWh/yr</b>	Normalized prod.	<b>3.96 kWh/kWp/day</b>
Specific prod.	<b>1444 kWh/kWp/yr</b>	Array losses	<b>0.94 kWh/kWp/day</b>
Performance Ratio	<b>0.785</b>	System losses	<b>0.14 kWh/kWp/day</b>

Εικόνα 32: Συνοπτικά Αποτελέσματα

Οι μηνιαίες παραγωγές του συστήματος, όπως υπολογίστηκαν από το Pvsyst παρουσιάζονται στην στήλη **E\_Avail** του παρακάτω πίνακα. Η στήλη **E\_Grid** παρουσιάζει την ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο ενώ η στήλη **E\_FrGrid** παρουσιάζει την ενέργεια που διοχετεύεται από το δίκτυο.

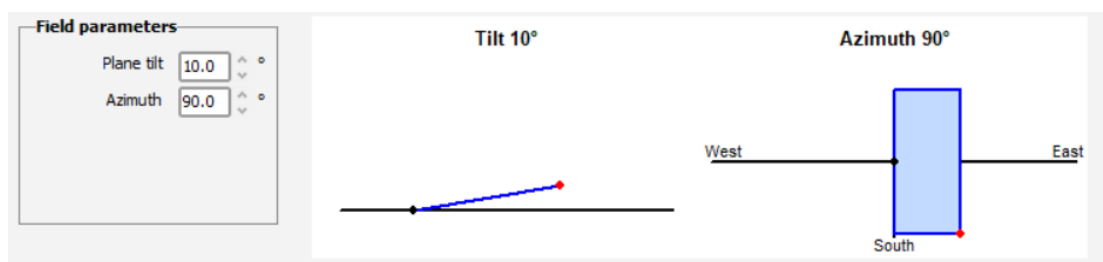
	E_Grid kWh	EFrGrid kWh	E_Avail kWh
January	3285	10927	7756
February	3998	9393	8512
March	8322	9438	14282
April	12184	8299	18787
May	14608	7852	22154
June	15452	7341	23013
July	15341	7706	23034
August	13698	8203	20892
September	9747	8694	15955
October	6073	9907	11564
November	4249	10271	8879
December	2203	11283	6318
Year	109160	109312	181147

**Εικόνα 33:** Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο

### Επέκταση του Υφιστάμενου Συστήματος Φωτοβολταϊκών

Στο σενάριο αυτό θα εξεταστεί η εγκατάσταση επιπλέον 118kW ως επέκταση του υφιστάμενου συστήματος φ/β 50kW που διαθέτει η Ακαδημία. Τα φωτοβολταϊκά είναι της σειράς Premium BMU-275 της Bisol.

Η συγκεκριμένη σειρά φωτοβολταϊκών υπάρχει στην βιβλιοθήκη του PVsyst οπότε θα παρουσιαστεί κατευθείαν η παραγωγή του συστήματος. Για τον υπολογισμό της ετήσιας παραγωγής, ορίζεται ομοίως με πριν, η κατεύθυνση και ο αριθμός αζιμούθιου.



**Εικόνα 34:** Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου

Για την εγκατάσταση 118kW απαιτούνται 432 φ/β, τα οποία θα καλύψουν 702m<sup>2</sup> της οροφής.

**Select the PV module**

Available Now  All PV modules Approx. needed modules **429**

Bisol

☐ Use optimizer

Sizing voltages : Vmpp (60°C) **27.1 V**  
Voc (-10°C) **43.9 V**

---

**Select the inverter**

Available Now  ☒ 50 Hz ☒ 60 Hz

All manufacturers

Nb. of inverters  ☒ Operating voltage: **300-450 V** Global Inverter's power **120 kWac**  
Input maximum voltage: **560 V**

---

**Design the array**

**Number of modules and strings**

Mod. in series  ☒ only possibility 12  
Nb. strings  ☒ only possibility 36  
Overload loss **0.0 %**

**Nb. modules 432 Area 706 m<sup>2</sup>**

**Operating conditions**

Vmpp (60°C)	325 V
Vmpp (20°C)	387 V
Voc (-10°C)	527 V

Plane irradiance **1000 W/m<sup>2</sup>**  
Imp (STC) 315 A  
Isc (STC) 337 A  
Isc (at STC) 337 A

☐ Max. in data ☒ STC  
Max. operating power (at 1000 W/m<sup>2</sup> and 50°C) **108 kW**  
**Array nom. Power (STC) 119 kWp**

The inverter power is slightly oversized.

Εικόνα 35: Καθορισμός Συστήματος

Η ετήσια παραγωγή των φ/β, όπως υπολογίστηκε από το PVSyst είναι 182341kWh.

Main results			
System Production	<b>182 MWh/yr</b>	Normalized prod.	<b>4.21 kWh/kWp/day</b>
Specific prod.	<b>1535 kWh/kWp/yr</b>	Array losses	<b>0.69 kWh/kWp/day</b>
Performance Ratio	<b>0.834</b>	System losses	<b>0.15 kWh/kWp/day</b>

Εικόνα 36: Συνοπτικά Αποτελέσματα

Στον παρακάτω πίνακα η στήλη E\_Avail δείχνει την μηνιαία παραγωγή του φ/β συστήματος. Τα δεδομένα αυτά θα εισαχθούν στην συνέχεια στο Homer Pro.



	E_Grid	EFrGrid	E_Avail
	MWh	MWh	MWh
January	3.39	10.80	7.99
February	4.09	9.28	8.71
March	8.24	9.34	14.29
April	11.90	8.23	18.57
May	14.29	7.76	21.92
June	15.33	7.28	22.95
July	15.66	7.64	23.42
August	13.77	8.13	21.04
September	9.75	8.62	16.03
October	6.16	9.80	11.76
November	4.35	10.17	9.07
December	2.32	11.13	6.59
Year	109.24	108.20	182.34

**Εικόνα 37:** Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο

### Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος Ισχύος 118kW

Σε αυτό το σενάριο εξετάζεται η εγκατάσταση φ/β 118 kW της σειράς BMO 320 Supreme της εταιρίας Bisol.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού πλαισίου, όπως εισάχθηκαν στο Pvsyst παρουσιάζονται παρακάτω.

Model: BMO 320 Supreme  
File name: supreme 320.PAN  
? Custom parameters definition

Manufacturer: Bisol  
Data source: Manufacturer

**Nom. Power** (at STC): 320.0 Wp Tol. +/- 0.0 N/A %  
**Technology**: Si-mono

**Manufacturer specifications or other measurements**

Reference conditions	GRef	1000 W/m <sup>2</sup>	TRef	25 °C
Short-circuit current	Isc	9.850 A	Open circuit Voc	42.80 V
Max Power Point	Impp	9.150 A	Vmpp	35.00 V
Temperature coefficient	muIsc	5.0 mA/°C		
	or muIsc	0.051 %/°C		

**Nb cells** 60 in series

**Model summary**

<b>Main parameters</b>	
R shunt	250 Ω
Rsh(G=0)	2000 Ω
<b>R serie model</b>	0.33 Ω
R serie max.	0.37 Ω
R serie apparent	0.50 Ω
<b>Model parameters</b>	
Gamma	1.095
IoRef	0.09 nA
muVoc	-112 mV/°C
muPMax fixed	-0.32 /°C

**Internal model result tool**

Operating conditions	GOper	1000 W/m <sup>2</sup>	TOper	25 °C
Max Power Point	Pmpp	320.4 W	Temper. coeff.	-0.31 %/°C
Current	Impp	9.24 A	Voltage Vmpp	34.7 V
Short-circuit current	Isc	9.85 A	Open circuit Voc	42.8 V
Efficiency	/ Cells area	N/A %	/ Module area	19.21 %

Description **Bisol, BMO 320 Supreme**

Module		Cells	
Length	1665 mm	In series	60
Width	1002 mm	In parallel	1
Thickness	35.0 mm	Cell area	N/A cm <sup>2</sup>
Weight	18.80 kg	Total nb. cells	60
Module area	1.668 m <sup>2</sup>	Cells area	N/A m <sup>2</sup>

Definition of Module's sizes is mandatory: it is used for the determination of the "usual" efficiency.  
Cells area is facultative: if defined it allows for the definition of the efficiency at cell level.

**Module technology and specifics**

**Maximum Array Voltage**  
Absolute maximum voltage of the Array in any conditions (i.e. Voc at lowest possible ambient temperature).

Maximum voltage IEC  V

Maximum voltage UL (US)  V

**By-pass protection diodes**

Nb. of submodules  /module  
(i.e. functional by-pass diodes)

Submodule partition:

☐ In length ☐ Twin half cells

☐ In width ☐ Shingled cells

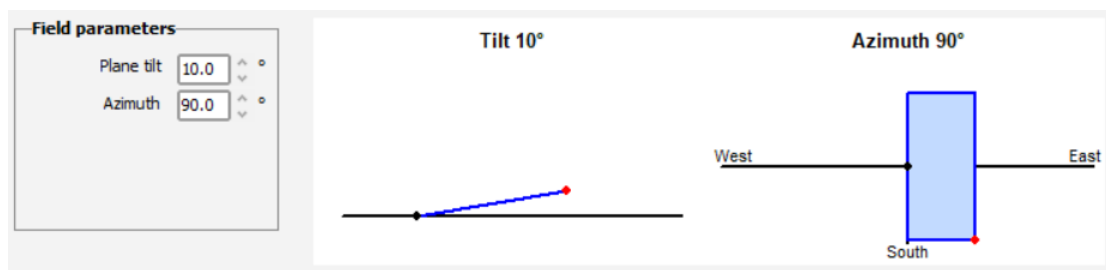
☐ Tile module

☐ CPV: Concentrating module

☐ Bifacial module

Εικόνα 38: Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών φ/β

Αφού γίνει η εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών των φ/β πάνελ, θα υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή τους βάση του προσανατολισμού της εγκατάστασης και των κλιματικών δεδομένων της περιοχής. Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι ανατολικός και για αυτό το αζιμούθιο ορίζεται 90 μοίρες.



Εικόνα 39: Καθορισμός Προσανατολισμού και Αζιμούθιου



**Sub-array name and Orientation**  
 Name: PV Array  
 Orient.: Fixed Tilted Plane  
 Tilt: 10°  
 Azimuth: 90°

**Pre-sizing Help**  
☐ No sizing  
 Enter planned power: 118.0 kWp  
☒ ... or available area(modules): 616 m²

**Select the PV module**  
 Available Now:   
 Filter: All PV modules  
 Approx. needed modules: 369  
 Bisol:   
 320 Wp 29V Si-mono BMO 320 Supreme Manufacturer:   
  
☐ Use optimizer  
 Sizing voltages : Vmpp (60°C) 30.6 V  
 Voc (-10°C) 46.6 V

**Select the inverter**  
 Available Now:   
 Output voltage 400 V Tri 50Hz  
 All manufacturers:   
 120 kW 300 - 450 V TL 50 Hz SKN 412 Solar Konzept   
  
 Nb. of inverters: 1   
 Operating voltage: 300-450 V Global Inverter's power: 120 kWac  
 Input maximum voltage: 560 V

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series: 10  ☐ between 10 and 12  
 Nb. strings: 37  ☒ only possibility 38  
 Overload loss: 0.0 %  
 Prom ratio: 0.99   
 Nb. modules: 370 Area: 617 m²

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 306 V  
 Vmpp (20°C) 353 V  
 Voc (-10°C) 466 V  
 Plane irradiance 1000 W/m²  
 Imp (STC) 344 A  
 Isc (STC) 364 A  
 Isc (at STC) 364 A

The inverter power is slightly oversized.  
☐ Max. in data  
☒ STC  
 Max. operating power (at 1000 W/m² and 50°C) 109 kW  
 Array nom. Power (STC) 118 kWp

Εικόνα 40: Καθορισμός συστήματος

Main results			
System Production	184 MWh/yr	Normalized prod.	4.25 kWh/kWp/day
Specific prod.	1552 kWh/kWp/yr	Array losses	0.64 kWh/kWp/day
Performance Ratio	0.843	System losses	0.15 kWh/kWp/day

Εικόνα 41: Συνοπτικά Αποτελέσματα

Σύμφωνα με το Pvsyst για την εγκατάσταση 118kW απαιτούνται 37 0φ/β πλαίσια και η ετήσια παραγωγή είναι 183.712kWh. Οι μηνιαίες παραγωγές του συστήματος, παρουσιάζονται στην στήλη **E\_Avail** του παρακάτω πίνακα.

	E_Grid	EFrGrid	E_Avail
	kWh	kWh	kWh
January	3333	10762	7944
February	4022	9259	8648
March	8198	9314	14257
April	11942	8193	18626
May	14497	7735	22135
June	15689	7262	23303
July	16042	7610	23805
August	14084	8069	21387
September	9896	8586	16187
October	6174	9766	11780
November	4315	10128	9064
December	2292	11089	6576
Year	110485	107772	183712

**Εικόνα 42:** Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγγεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο

### Τεχνοοικονομική Ανάλυση Εγκατάστασης Φ/β Συστημάτων Συνολικό Κόστος Επένδυσης

Στον επόμενο πίνακα, δίνεται το συνολικό κόστος των φωτοβολταϊκών, σύμφωνα με τις τιμές που έδωσαν οι κατασκευάστριες εταιρίες.

	Φωτοβολταϊκά Κεραμίδια 135kW	Φωτοβολταϊκό Spectrum Red Bisol 127kW	Φωτοβολταϊκό Premium Bisol 118kW	Φωτοβολταϊκό Supreme Bisol 118kW
Τιμή/τμχ	56 €	350 €	171,3 €	230 €
Ποσότητα	3000	495	432	370
Κόστος Φ/Β	168.000 €	173.250 €	73.872 €	85.100 €

**Πίνακας 1:** Κόστος φ/β

Για το συνολικό κόστος της κάθε εγκατάστασης, πρέπει να ληφθούν υπόψιν το κόστος αγοράς Inverter, το κόστος καλωδίων, βάσεων, καθώς και το κόστος εγκατάστασης και τυχόν μεταφορικών.

	Φωτοβολταϊκά Κεραμίδια 135kW	Φωτοβολταϊκό Spectrum Red Bisol 127kW	Φωτοβολταϊκό Premium Bisol 118kW	Φωτοβολταϊκό Supreme Bisol 118 kW
Κόστος Φ/β	168.000 €	173.250 €	73.872 €	85.100 €
Inverter	7.200 €	7.450 €	4.750 €	4.750 €
Εξοπλισμός (βάσεις, καλώδια) και εγκατάσταση	38.570 €	36.280 €	33.710 €	32.860 €
Μεταφορικά Έξοδα	500€	-	-	-
Συνολικό Κόστος	214.270 €	220.850 €	112.332 €	122.530 €

**Πίνακας 2:** Συνολικό κόστος εγκατάστασης

Η χρηματοδότηση της εγκατάστασης θα γίνει από ιδιά κεφάλαια, χωρίς την λήψη δανείου.

Για να υπολογιστούν οι ταμειακές ροές, αφαιρούνται από τα ετήσια έσοδα της επένδυσης τα ετήσια έξοδα. Ως έσοδα επένδυσης νοείται το ετήσιο ποσό που εξοικονομείται από τον λογαριασμό της ΔΕΗ, εξαιτίας του net-metering. Η αναμενόμενη παραγωγή τον 1<sup>ο</sup> χρόνο της εγκατάστασης υπολογίστηκε για κάθε περίπτωση παραπάνω, ενώ για τις επόμενες χρονιές υπάρχει τεχνολογική απαξίωση. Ειδικότερα, ο κατασκευαστής των φ/β κεραμιδιών (Εναλλακτική 1<sup>η</sup>) εγγυάται 90% απόδοση για τα πρώτα 10 χρόνια και 80% απόδοση μέχρι τα 25 χρόνια, οπότε θα έχουμε μείωση της απόδοσης κατά μέσο όρο 20% σε 25 χρόνια, ήτοι  $20\%/25=0,8\%$  το έτος. Αντίστοιχα η 2<sup>η</sup> και η 3<sup>η</sup> εναλλακτική θα έχουν μείωση στην απόδοση τους 15%, δηλαδή  $15\%/25=0,6\%$  ανά έτος. Για την 4<sup>η</sup> εναλλακτική, η εταιρία κατασκευής εγγυάται ότι η απόδοση του φ/β θα παραμείνει σταθερή μετά από 25 χρόνια.

Τα έσοδα υπολογίζονται, ως η παραγόμενη ενέργεια επί την συνολική τιμή της κιλοβατώρας 0,11€/kWh. Λαμβάνοντας υπόψιν, όλα τα παραπάνω, υπολογίζονται τα έσοδα για κάθε εναλλακτική. Επιπλέον, τα έσοδα που προκύπτουν από την μείωση των οφειλών προς την ΔΕΗ είναι αφορολόγητα. Στα ετήσια έξοδα, συμπεριλαμβάνονται τα λειτουργικά έξοδα του συστήματος και κάθε 10 χρόνια η αντικατάσταση του Inverter. Στα λειτουργικά έξοδα, περιλαμβάνονται τα ασφάλιστρα, ο καθαρισμός των φ/β και ο ετήσιος έλεγχος.

	Εναλλακτική 1 <sup>η</sup>	Εναλλακτική 2 <sup>η</sup>	Εναλλακτική 3 <sup>η</sup>	Εναλλακτική 4 <sup>η</sup>
Λειτουργικά Έξοδα	350€	320€	250 €	250 €
Έξοδα αντικατάστασης inverter	6700€	7450 €	4750 €	4750 €

**Πίνακας 3:** Ετήσια Έξοδα

Ο υπολογισμός των ταμειακών ροών της επένδυσης για την κάθε εναλλακτική παρουσιάζεται αναλυτικά στο **Παράρτημα Γ**.

Αφού υπολογίστηκαν οι ταμειακές ροές για κάθε μια εναλλακτική, θα γίνει αξιολόγηση των εναλλακτικών βάση του κριτηρίου της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (EBA) για να επιλεχθεί η επένδυση που είναι περισσότερο οικονομικά συμφέρουσα.

Για το ΚΠΑ, η επιλογή του προεξοφλητικού επιτοκίου γίνεται με τον εξής τρόπο: Η επένδυση στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια επένδυση με χαμηλό κίνδυνο επομένως και το αναμενόμενο επιτόκιο προεξόφλησης θα είναι χαμηλό. Επομένως, μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση, επιλέγεται προεξοφλητικό επιτόκιο 6%.

Για τον υπολογισμό της ΚΠΑ κάθε εναλλακτικής χρησιμοποιήθηκε το Excel με ορίσματα το προεξοφλητικό επιτόκιο και τις ταμειακές ροές. Αναλυτικά, υπολογισμοί της ΚΠΑ βρίσκονται στο **Παράρτημα Γ**.

	ΚΠΑ (i=6%)
Εναλλακτική 1 <sup>η</sup>	13.390,3 ευρώ
Εναλλακτική 2 <sup>η</sup>	10.064,9 ευρώ
Εναλλακτική 3 <sup>η</sup>	123.322,3 ευρώ
Εναλλακτική 4 <sup>η</sup>	127.959,9 ευρώ

**Πίνακας 4:** ΚΠΑ εναλλακτικών

Σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ, για να γίνει μια επένδυση δεκτή θα πρέπει η ΚΠΑ να είναι θετική. Ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα σενάρια, επιλέγεται αυτό με την μεγαλύτερη ΚΠΑ. Επομένως, σύμφωνα με το παραπάνω η πιο οικονομικά συμφέρουσα εναλλακτική είναι η 4<sup>η</sup>, με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ισχύος 118 kW.

Ο υπολογισμός του EBA, έγινε με την χρήση του Excel και με ορίσματα τις ταμειακές ροές κάθε εναλλακτικής. Δεδομένου του προεξοφλητικού επιτοκίου που επιλέχθηκε για την ΚΠΑ, όλες είναι εναλλακτικές μπορούν να γίνουν αποδεκτές.

Σύμφωνα με το κριτήριο του EBA, ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες εναλλακτικές, η πιο κερδοφόρα εναλλακτική για τον επενδυτή είναι αυτή με το μεγαλύτερο EBA.

	EBA
Εναλλακτική 1 <sup>η</sup>	7%
Εναλλακτική 2 <sup>η</sup>	6%
Εναλλακτική 3 <sup>η</sup>	17%
Εναλλακτική 4 <sup>η</sup>	16%

**Πίνακας 5:** EBA εναλλακτικών

Στον παρακάτω πίνακα, φαίνεται η περίοδος αποπληρωμής της κάθε εναλλακτικής.

	Περίοδος Αποπληρωμής
Εναλλακτική 1 <sup>η</sup>	12 έτη
Εναλλακτική 2 <sup>η</sup>	11 έτη
Εναλλακτική 3 <sup>η</sup>	6 έτη
Εναλλακτική 4 <sup>η</sup>	7 έτη

**Πίνακας 6:** Περίοδος αποπληρωμής εναλλακτικών

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι δύο πρώτες εναλλακτικές δεν αποτελούν οικονομικά συμφέρουσες λύσεις, διότι έχουν χαμηλές ΚΠΑ και EBA ενώ η περίοδος αποπληρωμής και στις δύο περιπτώσεις είναι μεγάλη (12 και 11 χρόνια αντίστοιχα). Για αυτό τον λόγο, δεν θα συγκριθούν με τις επόμενες δύο εναλλακτικές. Στην συνέχεια, συγκρίνοντας την 3<sup>η</sup> και την 4<sup>η</sup> εναλλακτική, παρατηρείται ότι η 4<sup>η</sup> εναλλακτική έχει την μεγαλύτερη ΚΠΑ και περίοδο αποπληρωμής αλλά και μικρότερο EBA από την 3<sup>η</sup> εναλλακτική. Η 4<sup>η</sup> εναλλακτική υπερτερεί μόνο στο κριτήριο της ΚΠΑ με μικρή διαφορά από την 3<sup>η</sup> εναλλακτική, ενώ στα υπόλοιπα κριτήρια προκύπτει ως συμφέρουσα επιλογή η 3<sup>η</sup> εναλλακτική.

Στην περίπτωση αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων όπου το κριτήριο της ΚΠΑ και του ΕΒΑ δεν συμφωνούν, η επιλογή της επένδυσης θα πρέπει να γίνεται βάση του κριτηρίου της ΚΠΑ, διότι η ΚΠΑ λαμβάνει υπόψη την διαχρονική διάρθρωση των Καθαρών Ταμειακών Ροών, το αρχικό κόστος κεφαλαίου και εκφράζεται σε ευρώ. Αντίθετα, ο ΕΒΑ εκφράζεται σε ποσοστό και δεν λαμβάνει υπόψη το αρχικό κόστος κεφαλαίου, γεγονός που είναι πολύ σημαντικό για αμοιβαία αποκλειόμενες επενδύσεις.

Επομένως, βάση όλων των παραπάνω για το 1<sup>ο</sup> σενάριο επιλέγεται η 4<sup>η</sup> εναλλακτική με την μεγαλύτερη ΚΠΑ.

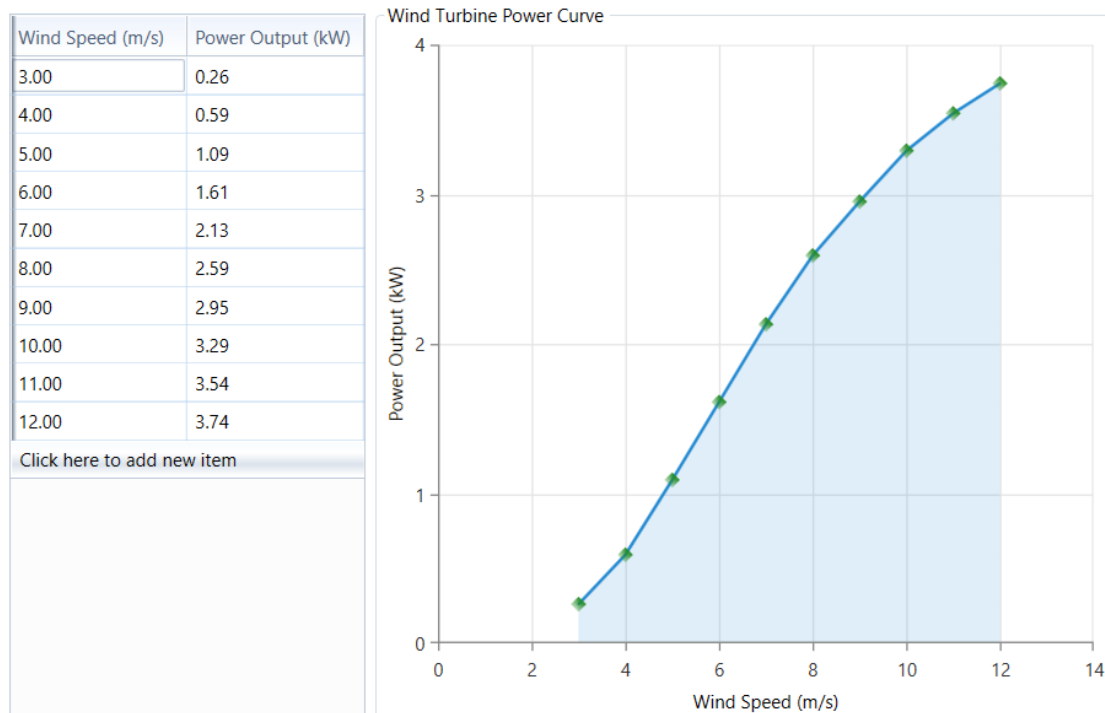
## **5.2. Σενάριο 2<sup>ο</sup>**

Το συγκεκριμένο σενάριο, θα χωριστεί σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, θα εξεταστεί η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία. Σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία, εφόσον η Κρήτη δεν είναι ακόμα διασυνδεδεμένη στο ηπειρωτικό δίκτυο της χώρας, επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος μέχρι 5kW. Στην περίπτωση της ΟΑΚ, όπου αποτελεί ερευνητικό φορέα, επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα έως 5kW. Μετά την διασύνδεση της Κρήτης στο ηπειρωτικό δίκτυο, θα επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας συνολικής ισχύος έως και 60 kW. Επομένως, στο δεύτερο μέρος θα εξεταστεί η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας έως 60 kW.

### **Εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 5kW**

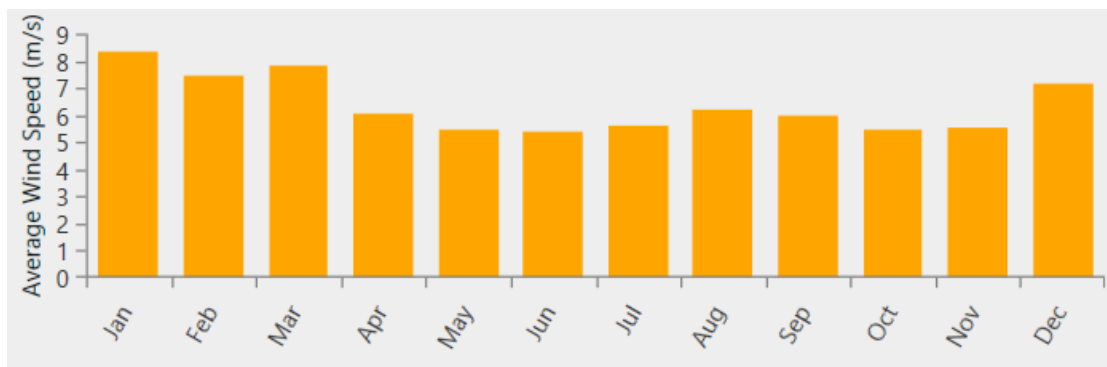
Σε αυτό το σενάριο θα εξεταστεί, η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 5kW με σκοπό να υπολογιστεί η συνεισφορά της στις ετήσιες καταναλώσεις της ΟΑΚ. Η ανεμογεννήτρια που θα χρησιμοποιηθεί είναι της εταιρίας Aeolos.

Στο πρώτο βήμα, εισάγονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας, όπως δίνονται από τον κατασκευαστή. Τα δεδομένα που απαιτούνται είναι η συνολικής ισχύς της ανεμογεννήτριας και το Power Output για διαφορετικές ταχύτητες ανέμου.



**Εικόνα 43:** Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας

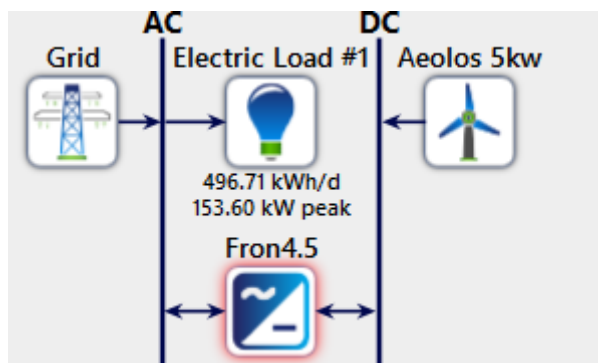
Στην συνέχεια, εισάγονται στο Homer Pro δεδομένα για το αιολικό δυναμικό στο Κολυμπάρι.



**Εικόνα 44:** Μέσες μηνιαίες τιμές ανέμου στο Κολυμπάρι

Το συνολικό κόστος της ανεμογεννήτριας είναι 13.835 €. Τα επιμέρους κόστη είναι:

- Κόστος ανεμογεννήτριας: 8.300 €
- Κόστος πύργου: 1.930 €
- Κόστος controller: 2.015 €
- Κόστος Inverter: 1.590 €



Εικόνα 45: Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro

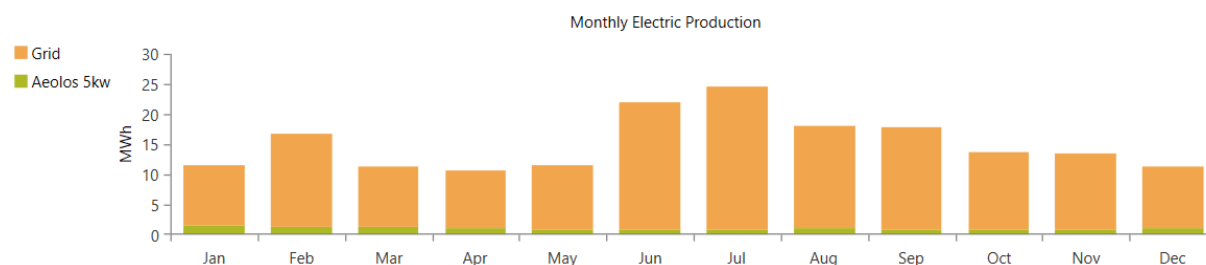
## Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Homer Pro, η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας παράγει ετησίως 12.714kWh. Δεδομένου ότι η ετήσια κατανάλωση της ΟΑΚ είναι 181.299kWh, το ποσοστό συνεισφοράς είναι πολύ μικρό.

Production	kWh/yr	%
Aeolos 5kW Vertical	12,714	6.95
Grid Purchases	170,173	93.0
Total	182,887	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	181,299	99.3
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	1,233	0.675
Total	182,531	100

Εικόνα 46: Ηλεκτρικά Αποτελέσματα



Εικόνα 47:Μηνιαία παραγωγή ανεμογεννήτριας

## Εγκατάσταση ανεμογεννήτριας ισχύος 30kW

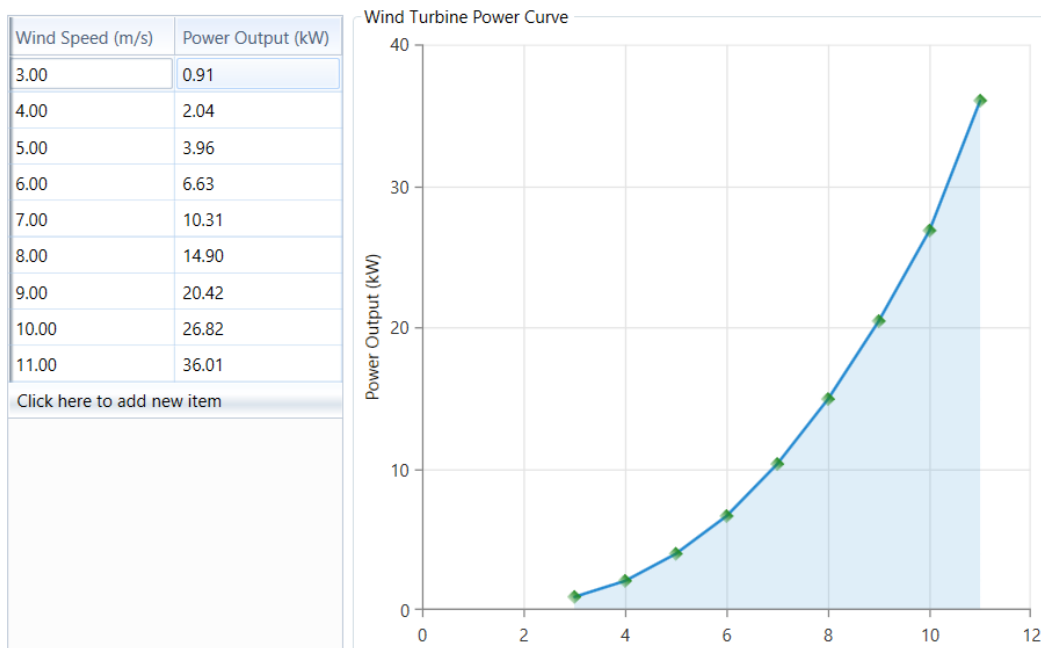
Στο σενάριο αυτό θα εξεταστεί η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας ισχύος 30kW. Μετά την διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό δίκτυο, επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος έως 60kW. Η ανεμογεννήτρια που θα εξεταστεί είναι της εταιρίας Aeolos. Το συνολικό κόστος της ανεμογεννήτριας είναι 53900 ευρώ. Τα επιμέρους κόστη είναι:

	Κόστος
Ανεμογεννήτρια( με 30m καλώδιο)	26.690 ευρώ
Controller	4.400 ευρώ
Inverter	3.550 ευρώ
Πύργος	10.900 ευρώ

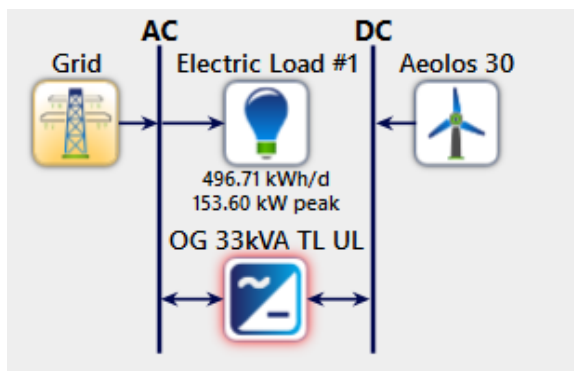
Μεταφορικά Εξοδα	8.360 ευρώ
<b>Συνολικό Κόστος</b>	<b>53.900 ευρώ</b>

Πίνακας 7: Κόστος ανεμογεννήτριας

Ομοίως με το 1<sup>ο</sup> σενάριο, εισάγονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας, όπως δίνονται από τον κατασκευαστή. Τα δεδομένα που απαιτούνται είναι η συνολικής ισχύς της ανεμογεννήτριας και το Power Output για διαφορετικές ταχύτητες ανέμου.



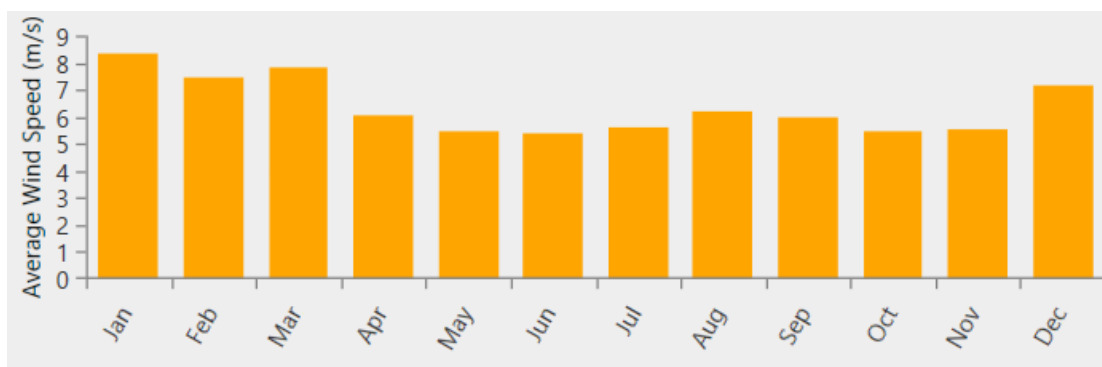
Εικόνα 48: Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών ανεμογεννήτριας



Εικόνα 49: Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro

Στην συνέχεια, εισάγονται στο Homer Pro δεδομένα για το αιολικό δυναμικό στο Κολυμπάρι.





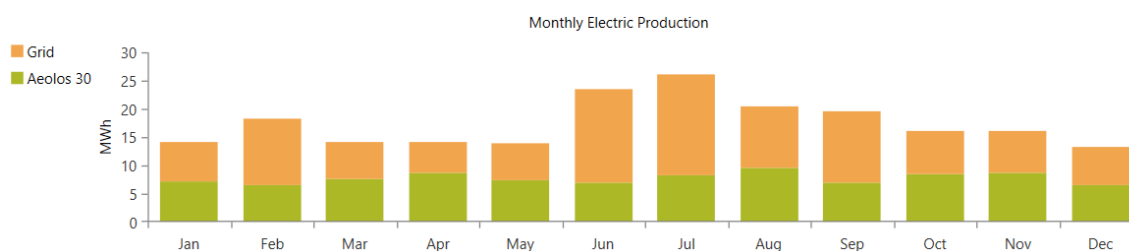
Εικόνα 50: Αιολικό δυναμικό στο Κολυμπάρι

### Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Homer Pro, η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 30kW παράγει ετησίως 92.849kWh.

Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%
Aeolos 30kW	92,849	44.4	AC Primary Load	181,299	88.2
Grid Purchases	116,394	55.6	DC Primary Load	0	0
Total	209,242	100	Deferrable Load	0	0
			Grid Sales	24,238	11.8
			Total	205,537	100

Εικόνα 51: Ηλεκτρικά Αποτελέσματα



Εικόνα 52: Μηνιαία παραγωγή ανεμογεννήτριας

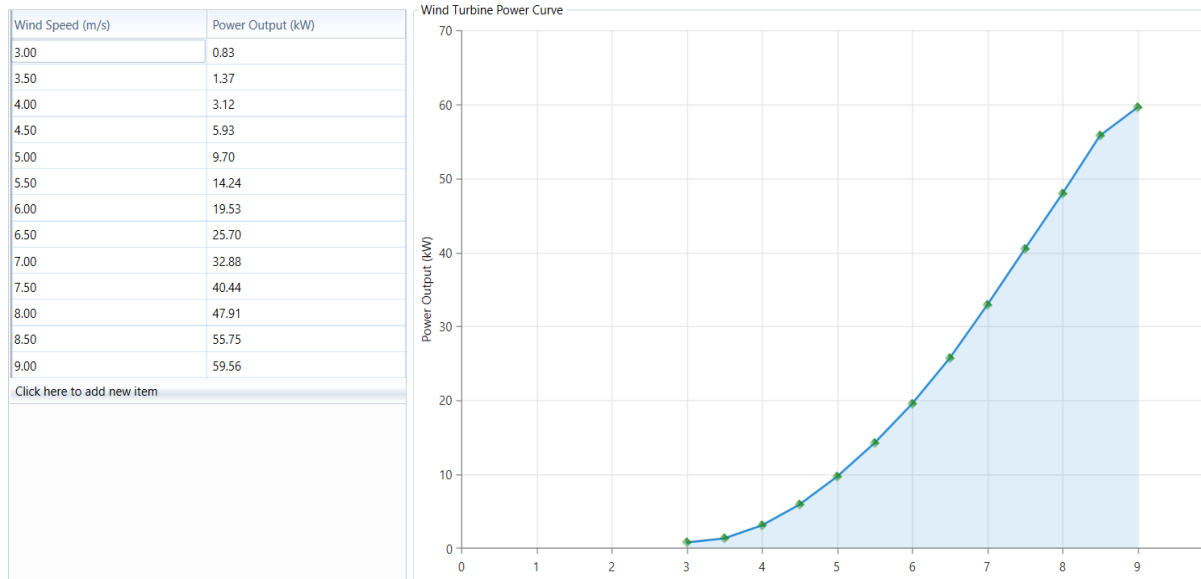
### Εγκατάσταση ανεμογεννήτριας ισχύος 60kW

Στο σενάριο αυτό θα εξεταστεί η εγκατάσταση δύο ανεμογεννητριών ισχύος 30kW. Μετά την διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό δίκτυο, επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος έως 60kW. Αναλυτικά το κόστος της ανεμογεννήτριας παρουσιάζεται παρακάτω:

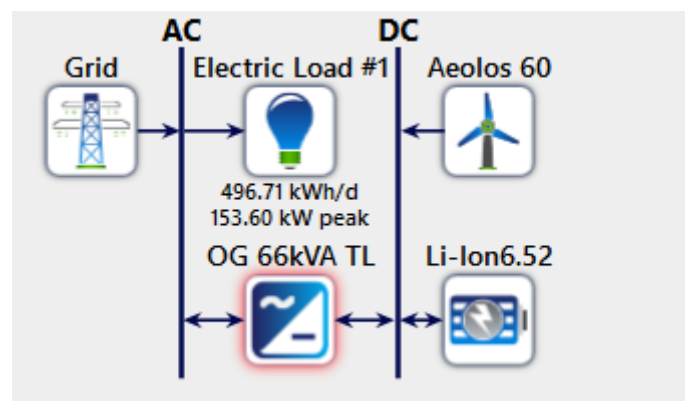
	Κόστος
Ανεμογεννήτρια ( με 30-40m καλώδια)	63.100 ευρώ
Πύργος	23.240 ευρώ
Controller	6.530 ευρώ
Inverter	9.600 ευρώ
Pitch Control System	5.425 ευρώ
Μεταφορικά Έξοδα	18.530 ευρώ
<b>Συνολικό κόστος</b>	<b>126.425 ευρώ</b>

Πίνακας 8: Κόστος ανεμογεννήτριας

Στην συνέχεια, εισάγονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας στο Homer Pro και υπολογίζεται η ετήσια παραγωγή του συστήματος.



Εικόνα 53: Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας

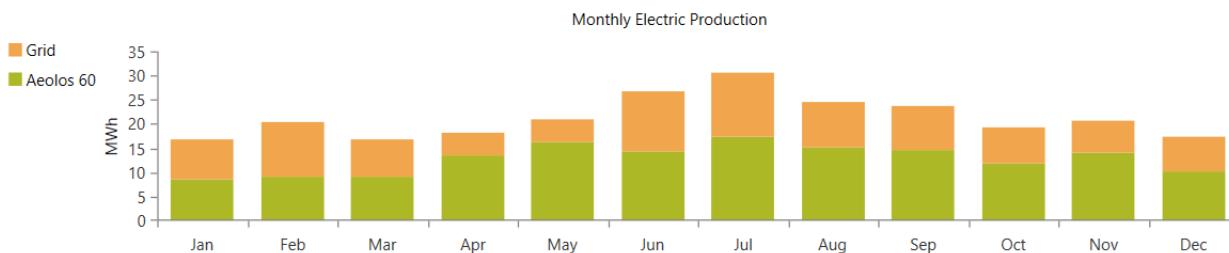


Εικόνα 54: Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro

## Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Production	kWh/yr	%
Aeolos 60kW	153,876	60.0
Grid Purchases	102,790	40.0
Total	256,666	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	181,299	71.7
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	71,498	28.3
Total	252,796	100



Εικόνα 55: Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Η εγκατάσταση 60kW ανεμογεννήτριας παράγει ετησίως 153.876kW και δεν καλύπτει εξ ολοκλήρου τις ενεργειακές ανάγκες της ΟΑΚ.

### Περιβαλλοντικά Δεδομένα

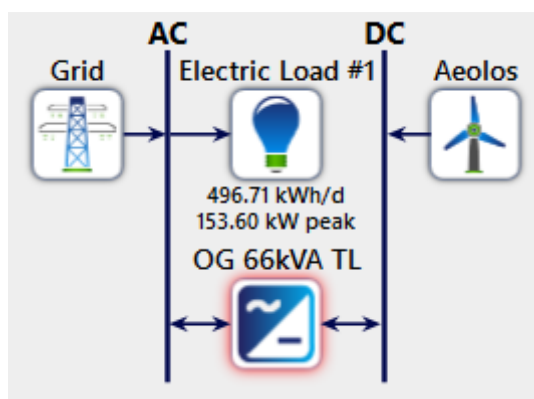
Η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας θα μειώσει κατά 44% τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και νιτρικών οξειδίων.

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	64.4	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	280	kg/yr
Nitrogen Oxides	137	kg/yr

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	114	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	497	kg/yr
Nitrogen Oxides	243	kg/yr

Εικόνα 56: Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα

### Εγκατάσταση δυο ανεμογεννητριών ισχύος 30kW



Εικόνα 57: Καθορισμός συστήματος στο Homer Pro

Το παραπάνω σύστημα αποτελείται από δυο ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 60kW (30kW+30kW).

### Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Οι δύο ανεμογεννήτριες παράγουν ετησίως 185,698kWh, υπερκαλύπτοντας της ανάγκες της ΟΑΚ.

Production	kWh/yr	%
Aeolos 30kW	185,698	68.3
Grid Purchases	86,236	31.7
Total	271,933	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	181,299	68.0
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	85,395	32.0
Total	266,693	100

Εικόνα 58: Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

### Περιβαλλοντικά Δεδομένα

Η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας θα μειώσει κατά 53% τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και νιτρικών οξειδίων.

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	53.8	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	234	kg/yr
Nitrogen Oxides	114	kg/yr

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	114	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	497	kg/yr
Nitrogen Oxides	243	kg/yr

Εικόνα 59: Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα

### Τεχνοοικονομική Ανάλυση Εγκατάστασης Ανεμογεννητριών

#### Συνολικό Κόστος Επένδυσης

Στον επόμενο πίνακα, δίνεται το συνολικό κόστος της αγοράς των ανεμογεννητριών, σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρεία. Στο συνολικό κόστος της επένδυσης περιλαμβάνεται το κόστος αγοράς και το κόστος εγκατάστασης. Στο κόστος εγκατάστασης περιλαμβάνονται το κόστος έργων, η ενοικίαση του απαραίτητου εξοπλισμού για την εγκατάσταση καθώς και τα έξοδα μηχανικών και εργατών. Η χρηματοδότηση της εγκατάστασης γίνεται με ίδια κεφάλαια.

	Aeolos 5kW	Aeolos 30kw	Aeolos 60kw	Aeolos 30kw+30kw
Κόστος Αγοράς	13.835 ευρώ	53.900 ευρώ	126.425 ευρώ	82.750 ευρώ
Κόστος εγκατάστασης	1.250 ευρώ	8.350 ευρώ	8.350 ευρώ	16.700 ευρώ
<b>Συνολικό Κόστος</b>	<b>16.685 ευρώ</b>	<b>62.250 ευρώ</b>	<b>134.775 ευρώ</b>	<b>124.500 ευρώ</b>

Πίνακας 9: Κόστος εναλλακτικών

Για τον υπολογισμό των ετήσιων ταμειακών ροών αφαιρούνται από τα ετήσια έσοδα τα ετήσια έξοδα. Τα έσοδα υπολογίζονται, ως η παραγόμενη ενέργεια από την ανεμογεννήτρια επί την συνολική τιμή της κιλοβατώρας 0,11€/kWh. Επιπλέον, τα

έσοδα που προκύπτουν από την μείωση των οφειλών προς την ΔΕΗ είναι αφορολόγητα. Στα ετήσια έξοδα, συμπεριλαμβάνονται τα λειτουργικά έξοδα του συστήματος και κάθε 10 χρόνια η αντικατάσταση του κιβωτίου της ανεμογεννήτριας.

	Aeolos 5kW	Aeolos 30kw	Aeolos 60kw	Aeolos 30kw+30kw
Λειτουργικά Έξοδα	150 ευρώ	1000 ευρώ	2000 ευρώ	2000 ευρώ
Αλλαγή κιβωτίου	550 ευρώ	1600 ευρώ	4500 ευρώ	3200 ευρώ

**Πίνακας 10:** Ετήσια έξοδα

Όπως και στο 1<sup>ο</sup> σενάριο με την εγκατάσταση φ/β θα γίνει αξιολόγηση των επενδύσεων με τα κριτήρια της ΚΠΑ και του ΕΒΑ. Για το κριτήριο της ΚΠΑ το προεξοφλητικό επιτόκιο, θεωρείται 6%, όπως και στην περίπτωση των φ/β συστημάτων.

Ο υπολογισμός της ΚΠΑ και του ΕΒΑ έγιναν στο Excel. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε εναλλακτική.

	<b>ΕΒΑ</b>
Aeolos 5kW	5%
Aeolos 30kW	14%
Aeolos 60kW	10%
Aeolos 30kW+30kW	14%

**Πίνακας 11:** ΕΒΑ εναλλακτικών

	<b>ΚΠΑ</b>
Aeolos 5kW	-1203 ευρώ
Aeolos 30kW	54135 ευρώ
Aeolos 60kW	51827 ευρώ
Aeolos 30kW+30kW	108271 ευρώ

**Πίνακας 12:** ΚΠΑ εναλλακτικών

Σύμφωνα και με τα δύο κριτήρια η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας 5kW βάση της υπάρχουσας νομοθεσίας, δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα. Αυτό αιτιολογείται ως εξής:

- Σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ, μια επένδυση γίνεται αποδεκτή και είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο εάν η ΚΠΑ είναι θετική. Η ΚΠΑ για την εγκατάσταση 5kW ανεμογεννήτριας είναι -1203 ευρώ. Επομένως η επένδυση δεν γίνεται δεκτή.
- Σύμφωνα με το κριτήριο του ΕΒΑ, μια επένδυση γίνεται αποδεκτή εάν ο ΕΒΑ είναι μεγαλύτερος από το προεξοφλητικό επιτόκιο που έχει επιλεχθεί. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, ο ΕΒΑ είναι 5% ενώ το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι 6%. Επομένως η επένδυση απορρίπτεται.

Η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 30kW και 60kW από οικονομικής άποψης είναι οικονομικά συμφέρουσες επενδύσεις, εφόσον έχουν θετική ΚΠΑ και ΕΒΑ μεγαλύτερο από το προεξοφλητικό επιτόκιο. Ωστόσο, καμία από τις δύο εναλλακτικές δεν καλύπτει εξ ολοκλήρου τις ενεργειακές ανάγκες της ΟΑΚ. Η εγκατάσταση δύο ανεμογεννητριών ισχύος 30 kW, καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της Ακαδημίας και από οικονομικής άποψης είναι οικονομικά συμφέρουσα επένδυση.

Στον παρακάτω πίνακα, δίνεται η περίοδος αποπληρωμής για κάθε εναλλακτική.

	Περίοδος Αποπληρωμής
Aeolos 5kW	14 έτη
Aeolos 30kW	7 έτη
Aeolos 60kW	10 έτη
Aeolos 30kW+30kW	7 έτη

**Πίνακας 13:** Περίοδος αποπληρωμής εναλλακτικών

### 5.3. Σενάριο 3<sup>ο</sup>

Στο σενάριο αυτό, θα εξεταστούν δυο εναλλακτικές προτάσεις. Η πρώτη εναλλακτική θα εξετάσει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ανεμογεννήτριας 5kW σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία. Το επόμενο σενάριο θα εξετάσει μια μελλοντική εγκατάσταση υβριδικού συστήματος με ανεμογεννήτρια ισχύος έως 60kW, εφόσον έχει πραγματοποιηθεί η διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό δίκτυο. Το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εξεταστεί είναι αυτό που επιλέχθηκε στο 1<sup>ο</sup> σενάριο.

#### **Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Ισχύος 108kW και Ανεμογεννήτριας 5kW.**

Το σύστημα που θα εξεταστεί, σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία, αποτελείται από μια ανεμογεννήτρια 5kW και ένα φ/β σύστημα συνολικής ισχύος 113kW. Η ανεμογεννήτρια είναι της εταιρίας Aeolos και τα φ/β είναι αυτά που επιλέχθηκαν στο 1<sup>ο</sup> σενάριο, της εταιρίας Bisol. Όπως είναι φανερό, η συνεισφορά της ανεμογεννήτριας στην συνολική ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι πολύ χαμηλότερη από αυτήν των φωτοβολταϊκών. Ωστόσο, το σενάριο αυτό εξετάζεται, ώστε βάση της υπάρχουσας νομοθεσίας για την εγκατάσταση ΑΠΕ, να συγκριθεί με το 1<sup>ο</sup> σενάριο.

Αρχικά, θα υπολογιστεί η συνολική παραγωγή των φωτοβολταϊκών. Σκοπός είναι να βρεθεί ένα σύστημα του οποίου η ετήσια παραγωγή ενέργειας θα καλύπτει τις ανάγκες της Ακαδημίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.

**Sub-array name and Orientation**  
 Name: PV Array  
 Orient.: Fixed Tilted Plane  
 Tilt: 10°  
 Azimuth: 90°

**Pre-sizing Help**  
☐ No sizing  
 Enter planned power: 108.0 kWp  
☒ ... or available area(modules): 564 m²

**Select the PV module**  
 Available Now:   
 Filter: All PV modules  
 Approx. needed modules: 338  
 Bisol: 320 Wp 29V Si-mono BMO 320 Supreme Manufacturer:   
  
☐ Use optimizer  
 Sizing voltages : Vmpp (60°C) 30.6 V  
 Voc (-10°C) 46.6 V

**Select the inverter**  
 Available Now:   
 Output voltage 400 V Tri 50Hz  
 All manufacturers: 110 kW 180 - 1000 V TL 50/60 Hz GW110K-HT Goodwe   
  
 Nb of MPPT inputs: 10 ☒ Operating voltage: 180-1000 V Inverter power used: 91.7 kWac  
☒ Use multi-MPPT feature Input maximum voltage: 1100 V inverter with 12 MPPT

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series: 17  ☐ between 6 and 21  
 Nb. strings: 20  ☒ between 17 and 20  
 Overload loss: 0.0 %  
 Pnom ratio: 1.19   
 Nb. modules: 340 Area: 567 m²

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 520 V  
 Vmpp (20°C) 600 V  
 Voc (-10°C) 793 V  
 Plane irradiance: 1000 W/m²  
 Impp (STC) 186 A  
 Isc (STC) 197 A  
 Max. operating power (at 1000 W/m² and 50°C) 100 kW  
 Array nom. Power (STC) 109 kWp

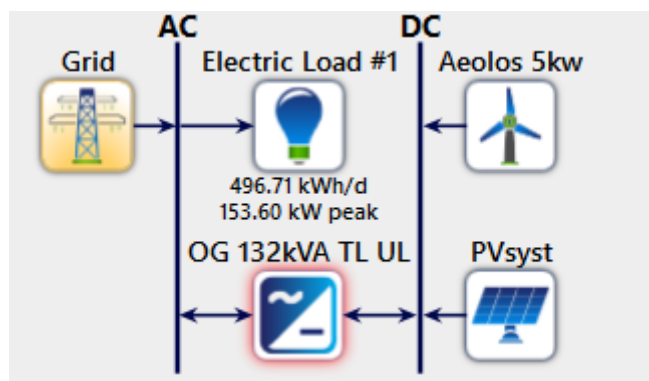
Εικόνα 60: Καθορισμός υβριδικού συστήματος

Η ετήσια παραγωγή των φωτοβολταϊκών είναι 169.950kWh όπως φαίνεται στην στήλη E\_Avail.

	E_Grid	EFrGrid	E_Avail
	MWh	MWh	MWh
January	2.83	10.83	7.37
February	3.44	9.30	8.02
March	7.17	9.36	13.19
April	10.55	8.21	17.21
May	12.84	7.78	20.43
June	13.93	7.27	21.54
July	14.31	7.64	22.04
August	12.51	8.11	19.76
September	8.69	8.61	14.96
October	5.34	9.81	10.90
November	3.70	10.17	8.40
December	1.90	11.17	6.11
Year	97.21	108.27	169.95

Εικόνα 61: Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο

Στην συνέχεια εισάγεται η ετήσια παραγωγή των φωτοβολταϊκών ως δεδομένο εισόδου στο Homer Pro.

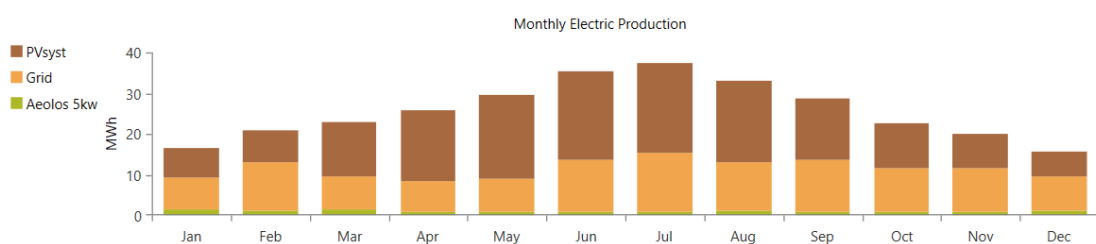


Εικόνα 62: Καθορισμός συστήματος

## Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Production	kWh/yr	%
Aeolos 5kW Vertical	12,714	4.14
Grid Purchases	124,477	40.5
PVsyst	169,946	55.3
Total	307,138	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	181,299	60.0
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	120,736	40.0
Total	302,035	100



Εικόνα 63: Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Η ετήσια παραγωγή της ανεμογεννήτριας είναι 12714kWh και των φωτοβολταϊκών 169.946 kWh. Η συνολική παραγωγή των δύο συστημάτων είναι 182.664 kWh.

## Περιβαλλοντικά Δεδομένα

Η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας θα μειώσει κατά 31% τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και νιτρικών οξειδίων.

Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	78,669	kg/yr	Carbon Dioxide	114,581	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr	Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr	Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr	Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	341	kg/yr	Sulfur Dioxide	497	kg/yr
Nitrogen Oxides	167	kg/yr	Nitrogen Oxides	243	kg/yr

Εικόνα 64: Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα



## Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Ισχύος 57kW και Ανεμογεννήτριας 30kW

Το σύστημα που θα εξεταστεί αποτελείται από μια ανεμογεννήτρια 30kW και ένα φ/β σύστημα συνολικής ισχύος 57kW. Η ανεμογεννήτρια είναι της εταιρίας Aeolus και τα φ/β είναι αυτά που επιλέχθηκαν στο 1<sup>ο</sup> σενάριο της εταιρίας Bisol. Το σενάριο αυτό εξετάζεται για μελλοντική εφαρμογή και με δεδομένο ότι το ηλεκτρικό δίκτυο της Κρήτη έχει συνδεθεί με το ηπειρωτικό σύστημα.

Αρχικά θα υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή των φωτοβολταϊκών συνολικής ισχύος 57kW μέσω του Pvsyst.

**Sub-array**

**Sub-array name and Orientation**  
 Name: PV Array  
 Orient.: Fixed Tilted Plane  
 Tilt: 10°  
 Azimuth: 90°

**Pre-sizing Help**  
☐ No sizing  
 Enter planned power: 57.0 kWp  
☒ ... or available area(modules): 297 m²

**Select the PV module**  
 Available Now:  All PV modules  
 Approx. needed modules: 178  
 Bisol 320 Wp 29V Si-mono BMO 320 Supreme Manufacturer   
☐ Use optimizer  
 Sizing voltages : Vmpp (60°C) 30.6 V  
 Voc (-10°C) 46.6 V

**Select the inverter**  
 Available Now:  Output voltage 800 V Tri 50Hz  
 Generic 60 kW 500 - 1450 V TL 50/60 Hz 60 kWac string inverter Since 2020   
 Nb. of inverters: 1 ☒ Use multi-MPPT feature  
 Operating voltage: 500-1450 V Global Inverter's power: 60.0 kWac  
 Input maximum voltage: 1500 V inverter with 8 MPPT

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series: 20 ☐ between 17 and 21  
 Nb. strings: 9 ☒ only possibility 9  
 Overload loss: 0.0 %  
 Pnom ratio: 0.96   
 Nb. modules: 180 Area: 300 m²

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 612 V  
 Vmpp (20°C) 706 V  
 Voc (-10°C) 933 V  
 Plane irradiance: 1000 W/m²  
 Imp (STC) 83.6 A  
 Isc (STC) 88.7 A  
 Isc (at STC) 88.7 A

The inverter power is slightly oversized.  
☐ Max. in data  
☒ STC  
 Max. operating power (at 1000 W/m² and 50°C) 53.0 kW  
 Array nom. Power (STC) 57.6 kWp

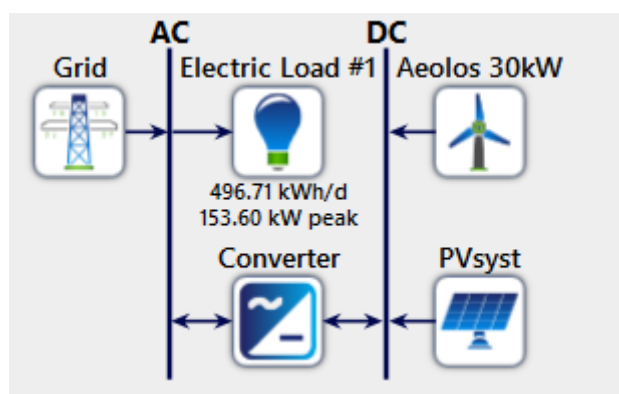
Εικόνα 65: Καθορισμός συστήματος

Η ετήσια παραγωγή των φωτοβολταϊκών είναι 90.894kWh όπως φαίνεται στην στήλη E\_Avail.

	E_Grid	EFrGrid	E_Avail
	kWh	kWh	kWh
January	358	11801	3929
February	568	10177	4276
March	1835	10159	7048
April	3181	8851	9206
May	4023	8454	10941
June	4570	7914	11533
July	4702	8262	11812
August	3937	8724	10586
September	2482	9357	8002
October	1126	10674	5824
November	575	10970	4482
December	152	12271	3254
Year	27509	117614	90894

**Εικόνα 66:** Αναλυτικά αποτελέσματα για την ετήσια παραγωγή και την εγχεόμενη ενέργεια προς και από το δίκτυο

Αφού υπολογίστηκε η ετήσια παραγωγή των φωτοβολταϊκών, εισάγονται τα δεδομένα στο Homer Pro .



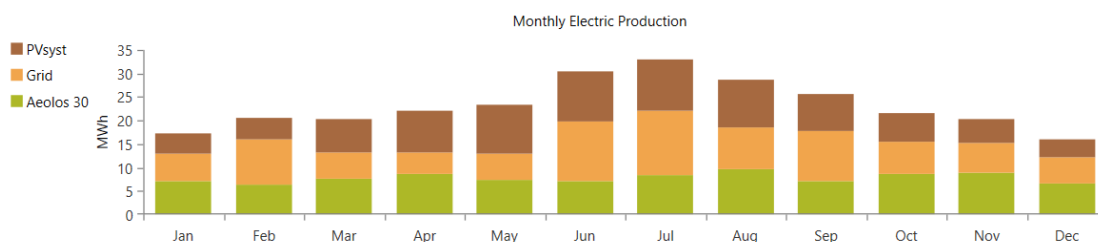
**Εικόνα 67:** Καθορισμός συστήματος

## Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Homer, η ετήσια παραγωγή της ανεμογεννήτριας είναι 92,849kWh και των φ/β 90,984kWh. Αθροιστικά, τα δύο συστήματα παράγουν ετησίως 183.743 kWh, καλύπτοντας εξ ολοκλήρου τις ενεργειακές ανάγκες της ΟΑΚ.

Production	kWh/yr	%
Aeolos 30kW	92,849	33.5
Grid Purchases	93,200	33.7
PVsyst	90,894	32.8
Total	276,943	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	181,299	68.2
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	84,621	31.8
Total	265,920	100



Εικόνα 68: Ηλεκτρικά Αποτελέσματα

## Περιβαλλοντικά Δεδομένα

Η εγκατάσταση του υβριδικού συστήματος επιφέρει 47% μείωση στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	60.6	kg/yr	Carbon Dioxide	114	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr	Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr	Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr	Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	264	kg/yr	Sulfur Dioxide	497	kg/yr
Nitrogen Oxides	129	kg/yr	Nitrogen Oxides	243	kg/yr

Εικόνα 69: Περιβαλλοντικά Αποτελέσματα

## Τεχνοοικονομική Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

### Συνολικό Κόστος Επένδυσης

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει το συνολικό κόστος για την αγορά και την εγκατάσταση του συστήματος φωτοβολταϊκών για κάθε εναλλακτική. Να σημειωθεί, ότι οι τιμές για τα λοιπά έξοδα και το κόστος της εγκατάστασης υπολογίστηκε προσεγγιστικά βάση του πραγματικού κόστους της υπάρχουσας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών που διαθέτει η Ακαδημία.

	Bisol Supreme 57kW	Bisol Supreme 108kW
Τιμή/τμχ	230 ευρώ	230 ευρώ
Ποσότητα	180	340
Συνολικό Κόστος Αγοράς	41.400 ευρώ	78.200ευρώ
Κόστος Inverter	4.159 ευρώ	4.749 ευρώ
Λοιπός εξοδα(Καλώδια, βάσεις κτλ.) και εγκατάσταση	16300 ευρώ	31500 ευρώ
<b>Συνολικό Κόστος Συστήματος Φ/β</b>	<b>61.859 ευρώ</b>	<b>114.449 ευρώ</b>

Πίνακας 14: Κόστος φ/β

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα κόστη για την αγορά και την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας καθώς και το συνολικό κόστος της επένδυσης για κάθε εναλλακτική.

	1 <sup>η</sup> Εναλλακτική	2 <sup>η</sup> Εναλλακτική
Κόστος Αγοράς Ανεμογεννήτριας	53.900 ευρώ	13835 ευρώ
Κόστος Εγκατάστασης Ανεμογεννήτριας	8.350 ευρώ	1250 ευρώ
Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών	61.859 ευρώ	114.449 ευρώ
<b>Συνολικό Κόστος Επένδυσης</b>	<b>124.109 ευρώ</b>	<b>129.534 ευρώ</b>

**Πίνακας 15:** Συνολικό κόστος επένδυσης

Τα έξοδα της εγκατάστασης περιλαμβάνει τα ετήσια λειτουργικά έξοδα που περιλαμβάνουν ασφάλιστρα και την συντήρηση του εξοπλισμού καθώς και κάθε 10 χρόνια την αντικατάσταση του inverter. Τα αντίστοιχα έξοδα για τις ανεμογεννήτριες δόθηκαν από την εταιρεία κατασκευής ενώ για τα φωτοβολταϊκά υπολογίστηκαν προσεγγιστικά βάση των ετήσιων εξόδων που έχει η υπάρχουσα εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην Ακαδημία.

	Aeolos 5kW	Aeolos 30kW	Bisol 57kW	Bisol 113kW
Λειτουργικά Έξοδα	150 ευρώ	1000 ευρώ	120 ευρώ	350 ευρώ
Αλλαγή Inverter	1590 ευρώ	3550 ευρώ	4159 ευρώ	4.749 ευρώ

**Πίνακας 16:** Ετήσια έξοδα

Ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια, θα γίνει αξιολόγηση των επενδύσεων με τα κριτήρια της ΚΠΑ και του ΕΒΑ. Για το κριτήριο της ΚΠΑ το προεξοφλητικό επιτόκιο, θεωρείται 6%, όπως και στην περίπτωση των φ/β συστημάτων.

Ο υπολογισμός της ΚΠΑ και του ΕΒΑ έγιναν στο Excel. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε εναλλακτική.

	<b>ΕΒΑ</b>
Ανεμογεννήτρια 5kW και Φ/β 113kW	14%
Ανεμογεννήτρια 30kW και Φ/β 57kW	15%

**Πίνακας 17:** ΕΒΑ εναλλακτικών

	<b>ΚΠΑ</b>
Ανεμογεννήτρια 5kW και Φ/β 108kW	115.928 ευρώ
Ανεμογεννήτρια 30kW και Φ/β 57kW	113.239 ευρώ

**Πίνακας 18:** ΚΠΑ εναλλακτικών

	<b>Περίοδος Αποπληρωμής</b>
Ανεμογεννήτρια 5kW και Φ/β 113kW	7 έτη
Ανεμογεννήτρια 30kW και Φ/β 57kW	7 έτη

**Πίνακας 19:** Περίοδος αποπληρωμής εναλλακτικών

Όπως και στο 1<sup>ο</sup> σενάριο, στην περίπτωση αμοιβαία αποκλειόμενων επενδύσεων, η επιλογή της επένδυσης γίνεται μόνο με το κριτήριο της ΚΠΑ, σε περίπτωση που το κριτήριο της ΚΠΑ και του ΕΒΑ δεν συμφωνούν. Επομένως, επιλέγεται ως πιο οικονομικά συμφέρουσα λύση η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 5kW και φ/β συστήματος 108kW.

#### 5.4. Σύγκριση Σεναρίων

Σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία, μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους το 1<sup>ο</sup> και το 3<sup>ο</sup> σενάριο. Στο 2<sup>ο</sup> σενάριο, η αποδοτικότερη επένδυση μπορεί να εφαρμοστεί μόνο μετά την διασύνδεση της Κρήτης στο ηλεκτρικό δίκτυο της υπόλοιπης Ελλάδας.

	ΕΒΑ	ΚΠΑ	Περίοδος Αποπληρωμής
Σενάριο 1 <sup>ο</sup>	16%	127.959 ευρώ	7 έτη
Σενάριο 3 <sup>ο</sup>	14%	115.928 ευρώ	7 έτη

**Πίνακας 20:** Σύγκριση 1<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> σεναρίου

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, το 1<sup>ο</sup> σενάριο (εγκατάσταση φ/β 118kW) έχει μεγαλύτερη ΚΠΑ και ΕΒΑ από το 3<sup>ο</sup> σενάριο (εγκατάσταση ανεμογεννήτριας 5kW και φωτοβολταϊκού 110kW) ενώ η περίοδος αποπληρωμής και στις δύο περιπτώσεις είναι ίδια. Επομένως, εάν η ΟΑΚ προβεί σε ενεργειακή αναβάθμιση με την υπάρχουσα νομοθεσία, το σενάριο που επιλέγεται είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών 118kW για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών (Σενάριο 1<sup>ο</sup>).

Εάν η ΟΑΚ επιθυμεί να προβεί σε ενεργειακή αναβάθμιση μετά την αλλαγή της νομοθεσίας, μπορούν να συγκριθούν και τα τρία σενάρια μεταξύ τους.

	ΕΒΑ	ΚΠΑ	Περίοδος Αποπληρωμής
Σενάριο 1 <sup>ο</sup>	16%	127.959 ευρώ	7 έτη
Σενάριο 2 <sup>ο</sup>	14%	108.271 ευρώ	7 έτη
Σενάριο 3 <sup>ο</sup>	14%	115.928 ευρώ	7 έτη

**Πίνακας 21:** Σύγκριση σεναρίων

Σύμφωνα, με τον παραπάνω πίνακα επιλέγεται το 1<sup>ο</sup> σενάριο με την εγκατάσταση φ/β 118kW, διότι έχει την μεγαλύτερη ΚΠΑ και ΕΒΑ από τα υπόλοιπα δύο σενάρια.

## Κεφάλαιο 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα διπλωματική εξετάστηκαν εναλλακτικά σενάρια για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρικό ρεύμα της ΟΑΚ μέσω ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε η εγκατάσταση φ/β συστημάτων, ανεμογεννήτριας και υβριδικού συστήματος φωτοβολταϊκού- ανεμογεννήτριας. Όλα τα σενάρια που εξετάστηκαν επιλέχθηκαν ώστε να καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες της ΟΑΚ.

Στην πρώτη περίπτωση με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για κάλυψη εξ ολοκλήρου των ενεργειακών αναγκών της ΟΑΚ επιλέχθηκε ως οικονομικά συμφέρουσα λύση η εγκατάσταση 118kW φωτοβολταϊκών ετήσιας παραγωγής 183.712kWh. Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης εναλλακτικής είναι πως η ετήσια απόδοση του παραμένει σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του. Αντίθετα, οι υπόλοιπες τρεις εναλλακτικές που εξετάστηκαν στο σενάριο αυτό είχαν μείωση της ετήσιας απόδοσης τους, με την 1<sup>η</sup> εναλλακτική να έχει ετήσια μείωση της τάξεως του 0.8% και οι υπόλοιπες δύο 0.6% αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό επηρεάζει τις ετήσιες ταμειακές ροές κάθε εναλλακτικής. Επομένως η 4<sup>η</sup> εναλλακτική με την εγκατάσταση 118kW, έχει σταθερές ετήσιες ταμειακές ροές καθ' όλη την διάρκεια ζωής της επένδυσης, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες τρεις που κάθε χρόνο οι ταμειακές ροές μειώνονται λόγω της μείωσης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών. Πιο αναλ

Στο δεύτερο σενάριο, εξετάστηκε η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας. Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, στο σενάριο αυτό εξετάζεται η εγκατάσταση σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία αλλά και την μελλοντική, που θα ισχύει αφού γίνει η διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρώτικό ηλεκτρικό δίκτυο. Ο λόγος που έγινε αυτό, είναι διότι σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία μπορεί να γίνει εγκατάσταση ανεμογεννήτριας μόνο κάθετου άξονα και έως 5kW, η οποία στην περίπτωση της ΟΑΚ θα είχε πολύ μικρή συνεισφορά στις ετήσιες ενεργειακές της ανάγκες. Τα κριτήρια της ΚΠΑ και του ΕΒΑ επιβεβαιώνουν ότι με βάση την υπάρχουσα νομοθεσία δεν συμφέρει την ΟΑΚ να προβεί σε εγκατάσταση ανεμογεννήτριας. Στην συνέχεια, εξετάστηκε η περίπτωση εγκατάσταση ανεμογεννήτριας μετά την διασύνδεση της Κρήτης, οπού το ανώτατο όριο θα είναι 60kW. Εξετάστηκαν σαν εναλλακτικές η εγκατάσταση 30kW και 60kW αντίστοιχα, ωστόσο καμία από τις δύο δεν μπορούσε να καλύψει τις ηλεκτρικές ανάγκες της ΟΑΚ. Για αυτό το λόγο, στην συνέχεια εξετάστηκε η εγκατάσταση 2 ανεμογεννητριών 30kW η καθεμία, διότι όπως προέκυψε από τις προηγούμενες εναλλακτικές του σεναρίου, η ανεμογεννήτρια 30kW βάση των ανεμολογικών δεδομένων της περιοχής μπορούσε να καλύψει ετησίως την μισή ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται η ΟΑΚ. Η συγκεκριμένη εναλλακτική, προέκυψε η πιο οικονομικά συμφέρουσα λύση, σύμφωνα με τα κριτήρια της ΚΠΑ και του ΕΒΑ, οντάς παράλληλα και η μόνη εναλλακτική που μπορούσε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες της ΟΑΚ. Επομένως, εάν η ΟΑΚ επιλέξει ότι δεν θέλει ακόμα να

προχωρήσει σε ενεργειακή αναβάθμιση και διατίθεται να περιμένει μέχρι την αλλαγή της νομοθεσίας, η πιο οικονομικά συμφέρουσα εναλλακτική είναι η εγκατάσταση δύο ανεμογεννητριών 30kW.

Στο τελευταίο σενάριο εξετάστηκε η εγκατάσταση υβριδικού συστήματος ανεμογεννήτριας- φωτοβολταϊκού. Στο σενάριο αυτό υπήρχαν δύο εναλλακτικές, εκ των οποίων η μία βασίζεται στην τωρινή νομοθεσία για τις ανεμογεννήτριες και η δεύτερη εναλλακτική στην μελλοντική νομοθεσία, μετά την διασύνδεση της Κρήτης. Η πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση είναι η εγκατάσταση 5kW ανεμογεννήτριας και 113kW φωτοβολταϊκού. Η εγκατάστασή αυτή θα μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση την υπάρχουσα νομοθεσία.

Η σύγκριση των σεναρίων διακρίνεται στο αν υπάγονται στην τωρινή ή την μελλοντική νομοθεσία. Επομένως με βάση την τωρινή νομοθεσία μπορούν να συγκριθούν το 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> σενάριο ενώ βάση της μελλοντικής νομοθεσίας μπορούν να συγκριθούν και τα 3 σενάρια μεταξύ τους. Και στις δύο περιπτώσεις, βάση των κριτηρίων της ΚΠΑ και του ΕΒΑ προκύπτει ότι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών για την κάλυψη εξ ολοκλήρου των ενεργειακών αναγκών της ΟΑΚ είναι η πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση για την ΟΑΚ.

Στην παρούσα διπλωματική δόθηκε έμφαση στην ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας όπως ορίζει ένας από τους βασικούς πυλώνες της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Ωστόσο, στις βασικές αρχές την Πράσινης Συμφωνίας και πιο συγκεκριμένα της στρατηγικής «Κύμα Ανακινήσεων», για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων περιλαμβάνονται εκτός από την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας τα εξής:

- Προώθηση της χρήσης ανακυκλώσιμων και επαναχρησιμοποιήσιμων προϊόντων κατά την διάρκεια κατασκευής ή ανακαίνισης.
- Ενσωμάτωση ψηφιακών συστημάτων για την ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση.
- Ορθολογική χρήση του νερού

Για αυτό το λόγο θα παρουσιαστούν κάποιες επιπλέον μελλοντικές προτάσεις που μπορεί να εφαρμόσει η ΟΑΚ ώστε τα κτίρια της να εναρμονίζονται με τους βασικούς πυλώνες της Πράσινης Συμφωνίας.

Αρχικά, προτείνεται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται για την ψύξη του συνεδριακού χώρου της ΟΑΚ με μια αντίστοιχη με μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση. Η υπάρχουσα αντλία θερμότητας είναι της εταιρείας Carrier με Cooling Capacity 367kW, COP 2.38 και Power Consumption 130kW. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας που προτείνεται είναι τα παρακάτω:

Company	Carrier
Product Name	30RQM-330
Price	770000 euro
Nominal Cooling Capacity	326kW
Nominal Heating Capacity	355kW
COP	3.74
EER	2.99
Power Input	161kW
Sound Power Level	93dB

**Πίνακας 22:** Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας θερμότητας

Γενικότερα, η σταδιακή αντικατάσταση των ενεργοβόρων συσκευών με συσκευές υψηλής ενεργειακής κλάσης μπορεί να μειώσει σημαντικά τις ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα. Σε αυτό θα μπορούσε να συμβάλλει σημαντικά, η αντικατάσταση των υφιστάμενων λαμπτήρων με λαμπτήρες LED ενεργειακής κλάσης A σε συνδυασμό με την εγκατάσταση αυτόματου συστήματος ελέγχου του φωτισμού. Μια άλλη εναλλακτική πρόταση, είναι η αντικατάσταση των συμβατικών υαλοπινάκων στην πρόσοψη του κτιρίου και των δωματίων με ενεργειακά τζάμια τα οποία λειτουργούν ως θερμική μόνωση μειώνοντας τις ανάγκες για θέρμανση τον χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι. Το κόστος ενός ενεργειακού υαλοπίνακα κυμαίνεται από 80-110 ευρώ.

Για την εξοικονόμηση νερού, προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος συλλογής βρόχινου νερού, το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο καζανάκι της τουαλέτας, στο πότισμα την καθαριότητα κλπ. Το σύστημα που προτείνεται είναι της εταιρίας Kingspan με χωρητικότητα 4600 λίτρα.

Company	Kingspan
Product Name	GW160
Price	3750 euro
Capacity	4600lt

**Πίνακας 23:** Σύστημα συλλογής βρόχινου νερού

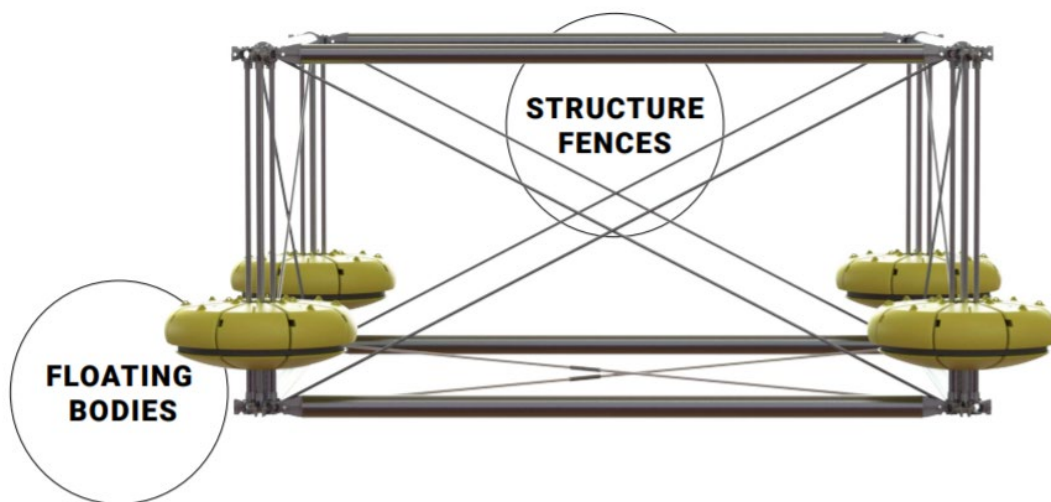
Το σύστημα συλλογής βρόχινου νερού θα μπορούσε να συνδυαστεί με ένα φυτεμένο δώμα στην οροφή του δεύτερου κτιρίου της OAK. Η φύτευση οροφής μπορεί να συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας, προσφέρει προστασία στα δομικά υλικά της οροφής καθώς και αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων. Το κόστος κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος κυμαίνεται από 40-60 ευρώ/τμ.

Η OAK διαθέτει επίσης δυο συμβατικά τζάκια τα οποία μπορούν στο μέλλον να αντικατασταθούν με ενεργειακά, τα οποία έχουν μεγαλύτερη απόδοση από τα παραδοσιακά και σημαντικά λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση. Το κόστος αγοράς ξεκινάει από περίπου 1000 ευρώ και αυξάνεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που διαθέτει το τζάκι.

Τέλος, εξαιτίας της τοποθεσίας της OAK, είναι εφικτή η εκμετάλλευση των κυμάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, σημειακοί κυματικοί μετατροπείς (Point Absorber Wave Energy Converters), είναι μια πολύ καλή λύση



για την εγκατάσταση μικρής κλίμακας συστήματος. Οι συγκεκριμένοι κυματικοί μετατροπείς, είναι μια πλωτή δομή στην επιφάνεια της θάλασσας, η οποία απορροφά ενέργεια μέσω της κίνησης της από τους κυματισμούς. Μια τέτοια εγκατάσταση, προσφέρει η εταιρία Sinnpower. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η πλωτή δομή με τους κυματικούς μετατροπείς.



**Εικόνα 70:** Πλωτός κυματικός μετατροπέας

Επιπλέον, σύμφωνα με την εταιρεία το παραπάνω σύστημα μπορεί να υποστηρίξει την εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών ή φωτοβολταϊκών πάνελ δημιουργώντας ένα υβριδικό σύστημα.



**Εικόνα 71:** Υβριδικό σύστημα κυματικού μετατροπέα, ανεμογεννήτριας και φωτοβολταϊκού

Ωστόσο, τα συστήματα αυτά δεν είναι ακόμα εμπορικά διαθέσιμα και η εγκατάστασή τους βρίσκεται εφαρμογή σε πιλοτικά προγράμματα. Στο μέλλον, όπου η συγκεκριμένη τεχνολογία θα έχει ωριμάσει και θα είναι εμπορικά διαθέσιμη, θα μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξέλιξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τέλος, σε περίπτωση που η ΟΑΚ επιθυμεί την αλλαγή στην θερμομόνωση που διαθέτουν τα κτίρια της, μπορεί να χρησιμοποιήσει οικολογικά θερμομονωτικά υλικά,

όπως, φελλό,ηρακλείτη, Biofiber κτλ. Πιο αναλυτικές πληροφορίες και ενδεικτικές τιμές παρουσιάζονται στο **Παράρτημα Β**.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Παράρτημα Α Τομείς Εφαρμογής της Πράσινης Συμφωνίας

Οι τομείς πολιτικής της Πράσινης Συμφωνίας είναι αλληλένδετοί και έχουν ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, καθώς δεν αφορούν μόνο τους τομείς της κλιματικής αλλαγής και του περιβάλλοντος, αλλά βρίσκουν εφαρμογή και σε τομείς όπως της ενέργειας, της βιομηχανίας, των μεταφορών, της γεωργίας και των τροφίμων, των υποδομών και της βιοποικιλότητας.

Πιο αναλυτικά, οι στρατηγικές που συνθέτουν την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία ομαδοποιούνται ως εξής: [13]

#### Κλιματικός Νόμος

Η επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 βρίσκεται στην καρδιά της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Όλα τα κράτη μέλη, εκτός από την Πολωνία, προσυπέγραψαν τις καθαρές μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050 στη σύνοδο κορυφής του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου τον Δεκέμβριο του 2019. Η Επιτροπή έχει ήδη προτείνει έναν νόμο για το κλίμα που επιδιώκει να ενσωματώσει αυτόν τον πανευρωπαϊκό στόχο στη νομοθεσία και επιδιώκει να επανεξετάσει τους υφιστάμενους στόχους για το 2030 (μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 50-55% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990) για να τους ευθυγραμμίσει με τις φιλοδοξίες του 2050. Ο Κλιματικός Νόμος θα εισαγάγει ένα σύστημα παρακολούθησης σύμφωνα με το οποίο η Επιτροπή θα αξιολογεί περιοδικά την επάρκεια των εθνικών δράσεων για το κλίμα καθώς και την πρόοδο συνολικά της ΕΕ και των κρατών μελών ατομικά ώστε να διασφαλιστεί ότι βρίσκονται σε καλό δρόμο για να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους έως το 2050. Εκτός από τους κλιματικούς στόχους, η Επιτροπή πρότεινε την αναθεώρηση των υφιστάμενων πολιτικών που σχετίζονται με το κλίμα. Για παράδειγμα, προτείνει να αναθεωρηθεί το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών, μέσω επέκτασης της ευρωπαϊκής εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών σε νέους τομείς, οι στόχοι των κρατών μελών για τη μείωση των εκπομπών σε τομείς εκτός του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών, καθώς και ο κανονισμός σχετικά με τη χρήση γης, την αλλαγή χρήσης γης και τη δασοπονία. Επιπλέον, σε ότι αφορά τις εκπομπές άνθρακα, θα υπάρχει αυστηρότερη φορολόγηση, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει είτε στην μεταφορά της παραγωγής σε χώρες με χαμηλότερη φορολόγηση είτε τα ευρωπαϊκά προϊόντα θα αντικαθίστανται από εισαγωγές υψηλότερης έντασης άνθρακα. Σε περίπτωση όπου οι διεθνείς εταίροι δεν υιοθετήσουν παρόμοιες περιβαλλοντικές φιλοδοξίες με την ΕΕ, θα υπάρχει διαρροή άνθρακα. Για αυτό το λόγο, η Επιτροπή θα προτείνει έναν μηχανισμό συννοριακής προσαρμογής άνθρακα για επιλεγμένους τομείς, ώστε να μειωθεί

ο κίνδυνος διαρροής άνθρακα και με αυτό τον τρόπο να διασφαλιστεί ότι τα εισαγόμενα προϊόντα με υψηλό αποτύπωμα άνθρακα θα είναι ακριβότερα. [13]

### **Εφοδιασμός με καθαρή, προσιτή και ασφαλή ενέργεια**

Αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το 75% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η ΕΕ προσπαθεί όλο και περισσότερο να επιταχύνει την απανθρακοποίηση του ενεργειακού τομέα δίνοντας προτεραιότητα στην καθαρή ενέργεια και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντί των ορυκτών καυσίμων. Ο ενεργειακός τομέας της Ένωσης θα πρέπει να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό από την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενώ παράλληλα θα πρέπει να ξεκινήσει η σταδιακή ανεξαρτητοποίηση από τους ορυκτούς πόρους. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία αποσκοπεί στην μετάβασή σε μια καθαρή ενέργεια, αυξάνοντας σε μεγάλη κλίμακά το ποσοστό της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το βαθμό ενεργειακής αποδοτικότητας και την χρήση «έξυπνων» συστημάτων ενέργειας. Η ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλους τους τομείς θα γίνει με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, διασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο καθολική πρόσβαση σε αυτές. Η ΕΕ θα προχωρήσει στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης (διασυνδεδεμένης) εσωτερικής αγοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και θα συνεχίσει να επενδύει ακόμα περισσότερο σε νέες έξυπνες τεχνολογίες, όπως δέσμευση άνθρακα, αποθήκευση ενέργειας, δίκτυα υδρογόνου και έξυπνα δίκτυα. Τέλος, μέσα από επιχορηγούμενα προγράμματα, θα αντιμετωπιστεί ο κίνδυνος ενεργειακής φτώχειας για όσους δεν διαθέτουν την οικονομική δυνατότητα για υιοθέτηση πράσινων καινοτομιών.

### **Κινητοποίηση της βιομηχανίας για μια καθαρή και κυκλική οικονομία**

Για την επίτευξη των κλιματικών και περιβαλλοντικών στόχων της ΕΕ απαιτείται μια νέα βιομηχανική πολιτική βασισμένη στην κυκλική οικονομία. Η ένταξη της κυκλικής οικονομίας έρχεται να αντικαταστήσει το πλέον μη βιώσιμο γραμμικό μοντέλο «προμήθεια-παραγωγή-απόρριψη» που βασίζεται κατά κύριο λόγο η οικονομία της ΕΕ. Η κυκλική οικονομία είναι μοντέλο που βασίζεται στην ανάπτυξη "βιώσιμων προϊόντων" μέσα από την επαναχρησιμοποίηση των υλικών με την ελάχιστη δυνατή μεταποίηση. Ήδη από το 2015, η ΕΕ είχε εκδώσει το πρώτο σχέδιο δράσης για την μετάβαση από την γραμμική στην κυκλική οικονομία, μέσα από την θέσπιση κανόνων και κριτηρίων για την ελαχιστοποίηση της χρήσης των πόρων, την επέκταση του κύκλου ζωής των προϊόντων και των υλικών καθώς και την ενθάρρυνση της επαναχρησιμοποίησης, της ανάκτησης και της ανακύκλωσης των υλικών. Το νέο σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία που απορρέει μέσα από την Πράσινη Συμφωνία εστιάζει κυρίως σε ποροβόρους κλάδους όπως τα υφάσματα, οι κατασκευές, τα ηλεκτρονικά και τα πλαστικά. Ενδεικτικά, προτείνονται δράσεις όπως:

- Μέχρι το 2030 όλες οι συσκευασίες στην ΕΕ να είναι ανακυκλώσιμες ή επαναχρησιμοποιήσιμες.
- Προώθηση προγραμμάτων απόσυρσης ηλεκτρονικών συσκευών.
- Ένταξη ψηφιοποιημένων διαδικασιών για την παρακολούθηση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και των υδάτων καθώς και για την βελτιστοποίηση του τρόπου κατανάλωσης ενέργειας.
- Ανάπτυξης μέτρων οικολογικού σχεδιασμού στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα για να διασφαλιστεί ότι είναι κατάλληλα για κυκλικότητα, με διασφάλιση της αξιοποίησης δευτερογενών πρώτων υλών, καταπολέμηση της παρουσίας επικίνδυνων χημικών ουσιών και ενθάρρυνση των επιχειρήσεων και των ιδιωτών καταναλωτών να επιλέγουν βιώσιμα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και να έχουν εύκολη πρόσβαση στις υπηρεσίες επαναχρησιμοποίησης και επισκευής.

### **Μετάβαση στην βιώσιμη και έξυπνη Κινητικότητα**

Οι μεταφορές αντιπροσωπεύουν το 25% των εκπομπών αερίων του θερμοκήπιου της ΕΕ. Για την επίτευξη της ενεργειακής ουδετερότητας θα πρέπει οι εκπομπές αερίων από τις μεταφορές να μειωθούν κατά 90% έως το 2050. Σύμφωνα με ερευνά που δημοσίευσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή οι οδικές μεταφορές ευθύνονται για το 71% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με ακόλουθες τις αεροπορικές και πλωτές μεταφορές με 14% και 13% αντίστοιχα. Στα πλαίσια της έξυπνης και βιώσιμης κινητικότητας, θα γίνει ώθηση προς τις πολυτροπικές μεταφορές (συνδυαστική χρήση χερσαίων και θαλάσσιων μέσων), αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την αποτελεσματικότητα του συστήματος μεταφοράς. Παράλληλα, η αυτοματοποιημένη και συνδεδεμένη πολυτροπική κινητικότητα σε συνδυασμό με έξυπνα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας θα συμβάλουν στην μείωση της ρύπανση καθώς και στην μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, ιδίως στις αστικές περιοχές. Όσο αφορά τις αεροπορικές μεταφορές, μέσα από την πρωτοβουλία "Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός", εξασφαλίζονται ασφαλέστερες μεταφορές, βελτιστοποίηση της εναέριας κυκλοφορίας και σημαντική μείωση των αερίων ρύπων. Αναφορικά με τις οδικές μεταφορές, για να εξασφαλιστεί η μετάβαση στις βιώσιμες μεταφορές, η Επιτροπή προτείνει αυστηρότερα πρότυπα για τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων από οχήματα (αυτοκίνητα και ημιφορτηγά) με κινητήρα εσωτερικής καύσης ενώ παράλληλα εξετάζεται ως συμπληρωματικό μέτρο η εφαρμογή του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών, για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> των οχημάτων. Επιπρόσθετα, η Επιτροπή θα παρέχει οικονομική στήριξη για την την εγκατάσταση δημόσιων σταθμών επαναφόρτισης και ανεφοδιασμού, προωθώντας την παραγωγή και διανομή βιώσιμων εναλλακτικών καυσίμων. Ενδεικτικά, ως το 2025 θα χρειαστούν περίπου 1 εκατομμύριο δημόσιοι σταθμοί επαναφόρτισης και ανεφοδιασμού για τα 13 εκατομμύρια οχήματα μηδενικών και χαμηλών εκπομπών που αναμένεται ότι θα κυκλοφορούν στους ευρωπαϊκούς δρόμους.

**«Από το αγρόκτημα στο πιάτο»: Σχεδιασμός ενός δίκαιου, υγιεινού και φιλικού προς το περιβάλλον συστήματος τροφίμων.**

Η στρατηγική «Από το αγρόκτημα στο Πιάτο» συνδυάζει την βελτίωση του τρόπου ζωής, της υγείας και του περιβάλλοντος, προωθώντας **την οικοδόμηση βιώσιμων συστημάτων τροφίμων, το οποίο αναγνωρίζει τη στενή σχέση μεταξύ υγιών ανθρώπων, υγιών κοινωνιών και υγιούς πλανήτη**. Μέσα από την Πράσινη Συμφωνία, η Επιτροπή θέλει να ενσωματώσει περιβαλλοντικούς και κλιματικούς στόχους σε ολόκληρη την τροφική αλυσίδα, από την παραγωγή, την αποθήκευση, την επεξεργασία τη συσκευασία των τροφίμων έως και την κατανάλωση. Τα ευρωπαϊκά τρόφιμα αποτελούν ήδη παγκόσμιο πρότυπο ασφαλών, θρεπτικών και υψηλής ποιότητας τροφίμων και μέσα από αυτή την φιλόδοξη στρατηγική η ΕΕ επιδιώκει να μετατρέψει το σύστημα τροφίμων της σε ένα παγκόσμιο πρότυπο βιωσιμότητας.

Ένας από τους βασικούς στόχους της στρατηγικής από το αγρόκτημα στο πιάτο είναι η **διασφάλιση βιώσιμης παραγωγής τροφίμων**. Όσο αφορά την αγροτική παραγωγή, η Επιτροπή, θα λάβει πρόσθετα μέτρα για να μειώσει κατά 50% τη χρήση χημικών φυτοφαρμάκων και του κινδύνου που συνδέεται με αυτά και κατά 50% τη χρήση των πιο επικίνδυνων φυτοφαρμάκων, έως το 2030. Αυτό, θα επιτευχθεί μέσα από την προώθηση εναλλακτικών τεχνικών ελέγχου όπως η αμειψισπορά (εναλλαγή καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι), η μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων καθώς και η προώθηση βιολογικών φυτοφαρμάκων. Επιπλέον, συνίσταται μείωση της χρήσης λιπασμάτων τουλάχιστον κατά 20% ως το 2030 ώστε να διασφαλιστεί ότι δεν θα υποβαθμιστεί η γονιμότητα του εδάφους εξαιτίας απώλειας θρεπτικών συστατικών. Τέλος, εντείνεται η προσπάθεια προώθησης της βιολογικής καλλιέργειας και των βιολογικών προϊόντων. Η Επιτροπή, θα υποβάλει σχέδιο το οποίο θα στηρίζει την στρόφη σε αυτού του είδους την γεωργία, προσελκύοντας νέους γεωργούς και δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας. Η προσέγγιση αυτή θα συμβάλει στην επίτευξη του στόχου για βιολογική καλλιέργεια τουλάχιστον του 25 % της γεωργικής γης της ΕΕ έως το 2030. Σχετικά με την κτηνοτροφία και την υδατοκαλλιέργεια, η στρατηγική επιβάλλει μείωση κατά 50% των πωλήσεων αντιμικροβιακών φαρμάκων για τα εκτρεφόμενα ζώα και τις υδατοκαλλιέργειες έως το 2030. Επιπλέον, θα αναθεωρηθεί η νομοθεσία για την καλή μεταχείριση των ζώων μεταξύ άλλων όσον αφορά τη μεταφορά και τη σφαγή τους, ώστε να εξασφαλιστεί υψηλό επίπεδο διαβίωσης και κατά συνέπεια υψηλή ποιότητα τροφίμων.

Ένα βιώσιμο σύστημα τροφίμων πρέπει να εξασφαλίζει επαρκή και διαφοροποιημένη προσφορά ασφαλών, θρεπτικών, οικονομικά προσιτών και βιώσιμων τροφίμων στους ανθρώπους ανά πάσα στιγμή, ιδίως σε περιόδους κρίσης. Επόμενος στόχος της Επιτροπής είναι η **διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας**. Η κρίση της πανδημίας του κορονοϊού, δημιούργησε πολλές προκλήσεις στην αλυσίδα τροφίμων, όπως προβλήματα υλικοτεχνικής υποστήριξης των αλυσίδων εφοδιασμού, ελ-

λείψεις εργατικού δυναμικού, απώλεια ορισμένων αγορών και αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών, που είχαν επιπτώσεις στη λειτουργία των συστημάτων τροφίμων. Στόχος της Επιτροπής, είναι να αναπτύξει ένα σχέδιο εκτατής ανάγκης για την προμήθεια ασφαλών και θρεπτικών τροφίμων σε περιόδους κρίσης.

Η μετάβαση σε ένα βιώσιμο σύστημα τροφίμων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την συμβολή των καταναλωτών. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να γίνει **προώθηση της βιώσιμης κατανάλωσης** τροφίμων και η μετάβαση σε αυτού του είδους την διατροφή να είναι ευκολά προσβάσιμη σε όλους. Για την σωστή ενημέρωση των καταναλωτών προς την κατεύθυνση αυτή, η Επιτροπή προτείνει την υποχρεωτική διατροφική επισήμανση στο μπροστινό μέρος της συσκευασίας και θα δρομολογήσει πρωτοβουλίες για την τόνωση της αλλαγής της σύστασης των προϊόντων, μεταξύ άλλων με τον καθορισμό θρεπτικών χαρακτηριστικών για τον περιορισμό της προώθησης τροφίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, σάκχαρα και αλάτι. Παράλληλα, η ΕΕ μέσα από φορολογικά κίνητρα θα ενθαρρύνει τους καταναλωτές να αλλάξουν τις διατροφικές τους συνήθειες και να στραφούν σε μια βιώσιμη και υγιεινή διατροφή.

Τέλος, η Επιτροπή θέτει ως στόχο την μείωση κατά το ήμισυ της κατά κεφαλήν σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο λιανικής πώλησης και σε επίπεδο καταναλωτών έως το 2030, και μέχρι το 2023 θα έχει προτείνει νομικά δεσμευτικούς στόχους για τη **μείωση της σπατάλης τροφίμων** σε ολόκληρη την ΕΕ.

### **Διατήρηση και αποκατάσταση οικοσυστημάτων**

Τα τελευταία 40 έτη ο παγκόσμιος πληθυσμός των αγρίων ζώων μειώθηκε κατά 60% εξαιτίας μη βιώσιμων ανθρώπινων δραστηριοτήτων ενώ περίπου 1 εκατομμύριο είδη διατρέχουν κίνδυνο εξαφάνισης μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η ρύπανση, η επέκταση των αστικών περιοχών και η μετατροπή φυσικών οικοτόπων σε γεωργικές εκτάσεις είναι οι κυριότεροι παράγοντες καταστροφής των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας. Μέσα από την πανδημία του COVID-19 γίνεται σαφές ότι η αλόγιστη καταπάτηση των οικοσυστημάτων και η μη βιώσιμη εκμετάλλευση της φύσης καθιστά την κοινωνία ευάλωτη στην εκδήλωση ζωνοδόων και στο ξέσπασμα πανδημίας.

Η νέα στρατηγική για την βιοποικιλότητα με ορίζοντα το 2030, αποτελεί πυλώνα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και είναι ένα φιλόδοξο μακροπρόθεσμο σχέδιο δράσης για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και την ανάκαμψη των υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων. Η στρατηγική καθορίζει νέα μέτρα και στόχους, ενισχύοντας υφιστάμενες πολιτικές για το περιβάλλον με σκοπό την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων έως το 2030. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται:

- **Τουλάχιστον του 30% της ξηράς και της θάλασσας της Ευρώπης θα οριστούν ως προστατευόμενες περιοχές.** Στόχος είναι η αξιοποίηση των

υφιστάμενων περιοχών του Natura 2000, η συμπλήρωση τους με εθνικά προστατευόμενες περιοχές και η παράλληλη διασφάλιση της αυστηρής προστασίας περιοχών με ιδιαίτερα υψηλή βιοποικιλότητα.

- **Αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων της ΕΕ.** Η στρατηγική προτείνει ένα σχέδιο αποκατάστασης της φύσης της ΕΕ το οποίο περιλαμβάνει: βελτίωση της κατάστασης τουλάχιστον του 30% των προστατευμένων οικοσυστημάτων, αποκατάσταση τουλάχιστον 25000 χλμ. ποταμών ελεύθερης ροής και φύτευση 3 εκατομμυρίων δέντρων έως το 2030. Όσο αφορά την προστασία των οικοτόπων από την γεωργία, η Επιτροπή επιβάλλει μείωση του κινδύνου των χημικών φυτοφαρμάκων και της συνολικής χρήσης τους και ιδίως της χρήσης των πιο επικίνδυνων φυτοφαρμάκων κατά 50%, διαχείριση τουλάχιστον του 25% των γεωργικών εκτάσεων της ΕΕ εκτάσεις βιολογικής καλλιέργειας, μείωση των απωλειών θρεπτικών συστατικών από τα λιπάσματα κατά 50% και της χρήσης λιπασμάτων κατά 20%.

Όσο αφορά, την προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και την αποκατάστασή τους, η στρατηγική εντείνει τις προσπάθειες για την αντιμετώπιση της υπερεκμετάλλευσης των αλιευτικών αποθεμάτων καθορίζοντας επίπεδα μέγιστης βιώσιμης απόδοσης, επίπεδα δηλαδή που θα εξασφαλίζουν ένα υγιές μέλλον για το απόθεμα των ιχθύων. Τέλος, επιβάλλει την εξάλειψη των παρεμπιπτόντων αλιευμάτων (αλίευση μη εμπορικών θαλάσσιων ειδών), προκειμένου να προστατευθούν τα θαλάσσια θηλαστικά, οι χελώνες και τα πτηνά, ιδίως εκείνα που απειλούνται με εξαφάνιση.

### **Φιλοδοξία μηδενικής ρύπανσης για ένα περιβάλλον απαλλαγμένο από τοξικές ουσίες**

Στο πλαίσιο της προστασίας των πολιτών και των οικοσυστημάτων της Ευρώπης, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έως σήμερα έχει παρουσιάσει δυο πολύ σημαντικές στρατηγικές για την εξάλειψη της ρύπανσης και των τοξικών ουσιών από το περιβάλλον.

Η πρώτη στρατηγική αφορά την **μείωση των εκπομπών μεθανίου**. Το μεθάνιο είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παράγοντας κλιματικής αλλαγής μετά το διοξείδιο του άνθρακα και αντιπροσωπεύει το 10 % των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη. Το μεθάνιο είναι ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα και συμβάλλει στον σχηματισμό όζοντος, ενός ισχυρού τοπικού ατμοσφαιρικού ρύπου που προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας, στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας. Βάση των υφιστάμενων πολιτικών, έως το 2030 οι εκπομπές μεθανίου θα έχουν μειωθεί περίπου κατά 29%. Ωστόσο, για να πραγματοποιηθεί η φιλοδοξία για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% μέχρι το 2030, προϋποθέτει να επισπευσθούν οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση των εκπομπών μεθανίου, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις, η μείωση των εκπομπών μεθανίου πρέπει να αυξηθεί σε ποσοστό έως και 35-37 %.

Μία από τις προτεραιότητες της στρατηγικής είναι η βελτίωση της μέτρησης και της υποβολής εκθέσεων σχετικά με τις εκπομπές μεθανίου. Επιπλέον, η Επιτροπή



θα στηρίξει τη δημιουργία ενός διεθνούς παρατηρητηρίου για τις εκπομπές μεθανίου σε συνεργασία με το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον, τον Συνασπισμό για το Κλίμα και τον Καθαρό Αέρα και τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας. Το δορυφορικό πρόγραμμα Copernicus της ΕΕ θα συμβάλει επίσης στη βελτίωση της επιτήρησης και στον εντοπισμό των παγκόσμιων «υπερεκπομπών» και των σημαντικών διαρροών μεθανίου.

Για τις εκπομπές μεθανίου που προέρχονται απλό την γεωργία, η στρατηγική εστιάζει στην υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών που θα συμβάλλουν στην αποφυγή εκπομπών του μεθανίου. Για παράδειγμα, τα μη ανακυκλώσιμα οργανικά ανθράκωπινα και γεωργικά απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοαερίου, και βιοχημικών προϊόντων. Η Επιτροπή θα προτείνει ένα πιλοτικό πρόγραμμα για τη στήριξη των αγροτικών περιοχών και των γεωργικών κοινοτήτων στην κατασκευή εγκαταστάσεων βιοαερίου και στην πρόσβαση σε χρηματοδότηση για την παραγωγή βιοαερίου από γεωργικά απόβλητα, όπως κοπριά και οργανικά απόβλητα.

Το πεδίο εφαρμογής των δράσεων για τον περιορισμό των εκπομπών μεθανίου στον τομέα της ενέργειας καλύπτει τις βιομηχανίες πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα. Από το 2021, η Επιτροπή θα επιβάλλει στις παραπάνω βιομηχανίες την υποχρέωση βελτίωσης του εντοπισμού και της επισκευής διαρροών σε όλες τις υποδομές ορυκτού φυσικού αερίου, καθώς και σε κάθε άλλη υποδομή που παράγει, μεταφέρει ή χρησιμοποιεί ορυκτό φυσικό αέριο. Επιπλέον, ενθαρρύνονται οι εργασίες αποκατάστασης για την εξάλειψη των εκπομπών μεθανίου από ενεργά ή μη χρησιμοποιούμενα ανθρακωρυχεία και από εγκαταλελειμμένες εγκαταστάσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου στην ΕΕ. Η Επιτροπή θα υποστηρίξει είτε το αποτελεσματικό κλείσιμο και την αποτελεσματική σφράγιση των ανθρακωρυχείων είτε τη χρήση τους για την παραγωγή υπολειμματικής ενέργειας (συλλογή μεθανίου για τοπική χρήση). Τέλος, εξετάζεται το ενδεχόμενο νομοθεσίας για την εξάλειψη της συστηματικής χρήσης εξαερισμού και καύσης σε πυρσό, η οποία θα καλύπτει ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, μέχρι το σημείο παραγωγής.

Η δεύτερη στρατηγική αφορά την **μετάβαση σε βιώσιμα χημικά προϊόντα**. Η στρατηγική αποσκοπεί στη σημαντική ενίσχυση της προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από επιβλαβή χημικά προϊόντα, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού. Σε αυτό το πνεύμα, η στρατηγική καθορίζει συγκεκριμένες δράσεις για να καταστούν τα χημικά προϊόντα ασφαλή και βιώσιμα εκ σχεδιασμού και να διασφαλιστεί ότι τα χημικά προϊόντα μπορούν να αποφέρουν όλα τα οφέλη χωρίς να επιβαρύνεται ο πλανήτης.

- Σταδιακή κατάργηση χρήσης σε καταναλωτικά προϊόντα, όπως παιχνίδια, προϊόντα παιδικής φροντίδας, καλλυντικά, απορρυπαντικά, υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα και υφάσματα, των πλέον επιβλαβών ουσιών, οι οποίες περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, χημικά

προϊόντα που επηρεάζουν το ανοσοποιητικό και το αναπνευστικό σύστημα και ανθεκτικές ουσίες, όπως οι υπερφθοριωμένες και πολυφθοριωμένες αλκυλιωμένες ουσίες (PFAS), εκτός εάν αποδειχθεί ότι η χρήση τους είναι ουσιώδης για την κοινωνία.

- Εξασφάλιση της πρόσβασης των παραγωγών και των καταναλωτών σε πληροφορίες σχετικά με τη χημική σύσταση και την ασφαλή χρήση, μέσω της εισαγωγής απαιτήσεων πληροφόρησης στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας πολιτικής για βιώσιμα προϊόντα.

## Παράρτημα Β

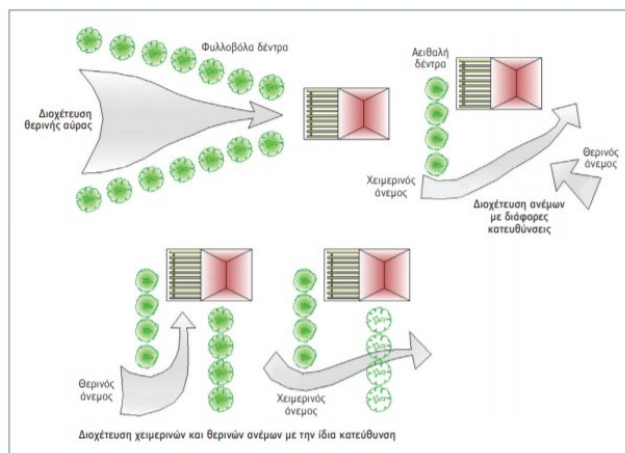
### Βασικές Αρχές Κτίριων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας

Σημαντικός παράγοντας για τη μείωση της ζήτησης ενέργειας στα κτίρια είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή τους να ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του τόπου όπου βρίσκεται το κτίριο. Η χωροθέτηση ενός κτιρίου θα πρέπει να γίνεται ώστε να υπάρχει μέγιστη εκμετάλλευση του φυσικού αερισμού το καλοκαίρι, της ηλιακής ενέργειας τον χειμώνα, καθώς και του φυσικού φωτισμού. Επομένως για κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι απαραίτητη η συλλογή κλιματικών στοιχείων, όπως θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, άνεμοι και υγρασία. Στον χαρακτηρισμό του κλίματος μιας περιοχής συμβάλλουν επίσης και καθαρά τοπικοί παράγοντες, όπως το γεωγραφικό της πλάτος, το υψόμετρο, η θέση της περιοχής σε σχέση με τις υφιστάμενες υδάτινες μάζες και η μορφολογία του εδάφους.

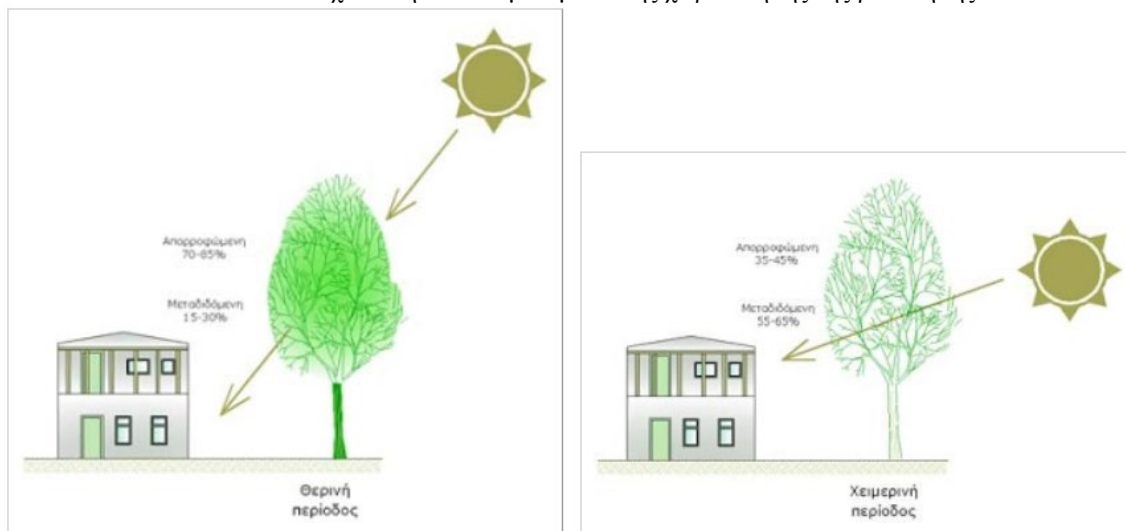
Όταν ο σχεδιασμός γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες, είναι δυνατόν με τους κατάλληλους χειρισμούς η σχέση μεταξύ του κλίματος, του τόπου και του κτιρίου να έχει επωφελείς επιπτώσεις στο κτίριο, με την διαμόρφωση ενός τοπικού περιβάλλοντος ή μικροκλίματος γύρω από το κτίριο. Η διαμόρφωση κατάλληλου μικροκλίματος γύρω από το κτίριο μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Τα αποτελέσματα μπορεί να είναι ακόμα καλύτερα, εάν το μικροκλίμα διαμορφωθεί σε επίπεδο οικισμού, συμπλέγματος κτιρίων κλπ.

Στην βελτίωση του μικροκλίματος συμβάλλει σημαντικά η **φύτευση δέντρων**. Η βλάστηση και τα δέντρα γύρω από το κτίριο προσφέρουν σκίαση μειώνοντας παράλληλα τα ηλιακά κέρδη. Επιπλέον, η βλάστηση παρέχει ανεμοπροστασία μετριάζοντας την ταχύτητα του ανέμου, μειώνει τον αστικό θόρυβο και φιλτράρει την ατμόσφαιρα απορροφώντας CO<sub>2</sub>. Για παράδειγμα, τα φυλλοβόλα δένδρα είναι χρήσιμα όταν το καλοκαίρι σκιάζουν τα ανοίγματα μειώνοντας έτσι τα ηλιακά κέρδη, και τον χειμώνα που το φύλλωμά τους πέφτει ενισχύεται ο ηλιασμός. Τα αειθαλή

δένδρα χρησιμοποιούνται ως ανεμοφράκτες για τα ψυχρά ρεύματα αέρα και τοποθετούνται κυρίως στην βόρεια πλευρά του κτιρίου.



**Εικόνα 72:** Διοχέτευση των ανέμων μέσω της χωροθέτησης της βλάστησης



**Εικόνα 73:** Επίδραση φύτευσης κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο

**Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων**, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη. Επομένως η σωστή τοποθέτηση τους συμβάλλει σημαντικά στην συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου. Για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας ισχύουν τα παρακάτω:

1. Στον νότο τοποθετούνται μεγάλου μεγέθους ανοίγματα για τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων τον χειμώνα, τα οποία όμως πρέπει να διαθέτουν κατάλληλη σκίαση για να εμποδίζεται το καλοκαίρι η απευθείας ηλιακή ακτινοβολία στους χώρους.

2. Στον βορρά τοποθετούνται σχετικά μικρά ανοίγματα αφού, δεν υπάρχουν ηλιακά κέρδη για τους εσωτερικούς χώρους και τα βορινά ανοίγματα ευθύνονται επί το πλείστο για τις απώλειες θερμότητας.
3. Στην ανατολή και δύση τοποθετούνται μέτριου μεγέθους ανοίγματα γιατί ο ηλιασμός των εσωτερικών χώρων σε αυτές τις διευθύνσεις είναι ολιγώρος. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να επιδεικνύεται στον σχεδιασμό των δυτικών ανοιγμάτων, όπου το καλοκαίρι παρουσιάζονται οι μέγιστες θερμοκρασίες όλης της ημέρας.

Επιπλέον, το άνοιγμα των κουφωμάτων επηρεάζει την ποσότητα αέρα που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Πέραν της συμβολής του αερισμού στη μείωση ζήτησης ενέργειας στον κλιματισμό, ο φυσικός αερισμός παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του αισθήματος άνεσης των ενοίκων αφού ενισχύει την εισαγωγή φρέσκου αέρα στο κτίριο.

Η **κατάλληλη χωροθέτηση των εσωτερικών** χώρων μειώνει τις θερμικές απώλειες και λειτουργεί ως παθητικό σύστημα θέρμανσης και ψύξης βελτιώνοντας παράλληλα τις συνθήκες εσωκλίματος του κτιρίου. Η νότια πλευρά του κτιρίου, η οποία λαμβάνει τα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη από τον ήλιο και είναι αρκετά φωτεινή, ενδείκνυται για τοποθέτηση χώρων κύριας και πολύωρης χρήσης. Αντίθετα, η βόρεια πλευρά που είναι πιο ψυχρή και η λιγότερο φωτεινή ενδείκνυται για τοποθέτηση χώρων των οποίων η χρήση είναι ολιγώρη ή δεν κλιματίζονται και θερμαίνονται επαρκώς, όπως για παράδειγμα αποθήκες, κλιμακοστάσια κλπ.

### **Οικολογικά Θερμομονωτικά Υλικά**

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός προωθεί την οικολογική δόμηση με χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον. Τα οικολογικά υλικά είναι ανακυκλώσιμα και δεν περιέχουν τοξικούς ή καρκινογόνους ρύπους, που θέτουν σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου ενώ παράλληλα δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους ούτε μολύνουν το περιβάλλον. Τα υλικά αυτά εμφανίζουν πολύ χαμηλούς συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, επομένως δεν υστερούν από τα συμβατικά θερμομονωτικά υλικά του εμπορίου. Επιπλέον, τα οικολογικά υλικά εμφανίζουν χαμηλό συντελεστή αντίστασης και μεγάλη υγρασκοπικότητα, η οποία συμβάλλει στην διατήρηση της υγρασίας εντός του χώρου σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ενδεικτικά, μερικά παραδείγματα οικολογικών υλικών παρουσιάζονται παρακάτω: [14]

**Ηρακλείτης ή Ξυλόμαλλο:** Μονωτικό υλικό που παράγεται από πρόσμιξη τσιμέντου και ινών ξύλου. Σε αντίθεση με τα περισσότερα μονωτικά υλικά χημικής προελεύσεως, το ξυλόμαλλο είναι ανακυκλώσιμο, αβλαβές για την υγεία, παράγεται χωρίς μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, καίγεται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες. Η τιμή του κυμαίνεται από 7-14 ευρώ/τμ και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του είναι  $\lambda=0.07\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Κατάλληλο για εξωτερική θερμοπρόσοψη και στέγες.



**Εικόνα 74:** Θερμομόνωση από ξυλόμαλλο

**Διογκωμένος Φελλός:** Θερμομονωτικό υλικό με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας παραγωγής και 100% ανακυκλώσιμο, όμως χρειάζεται προσοχή ώστε να αποφευχθούν προϊόντα φελλού για την παραγωγή των οποίων έχει γίνει χρήση συνθετικής κόλλας με φορμαλδεΰδη. Παράλληλα, διαθέτει ηχομονωτικές ιδιότητες καθώς και καλές ιδιότητες υγραπροστασίας και πυρασφάλειας. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του φελλού κυμαίνεται από  $\lambda=0.042-0.046 \text{ W/(m}^{\circ}\text{k)}$  και η τιμή του στα 35 ευρώ/τμ. Ως θερμομονωτικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εσωτερική και εξωτερική θερμομόνωση καθώς και για την θερμομόνωση δαπέδων.



**Εικόνα 75:** Θερμομόνωση από φελλό

**Μαλλί προβάτου:** Ανήκει στα οργανικά ινώδη θερμομονωτικά υλικά και παράγεται με ανακυκλωμένο μαλλί είτε από καινούργιο μαλλί. Διατίθεται στο εμπόριο σε μορφή πλακών ή ρολών σε διαφορετικά μεγέθη και πάχη. Διαθέτει μεγάλη υγραποσκοπικότητα και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του είναι  $\lambda=0.034 \text{ W/(m}^{\circ}\text{k)}$ .



**Εικόνα 76:**Θερμομόνωση από μαλλί προβάτου

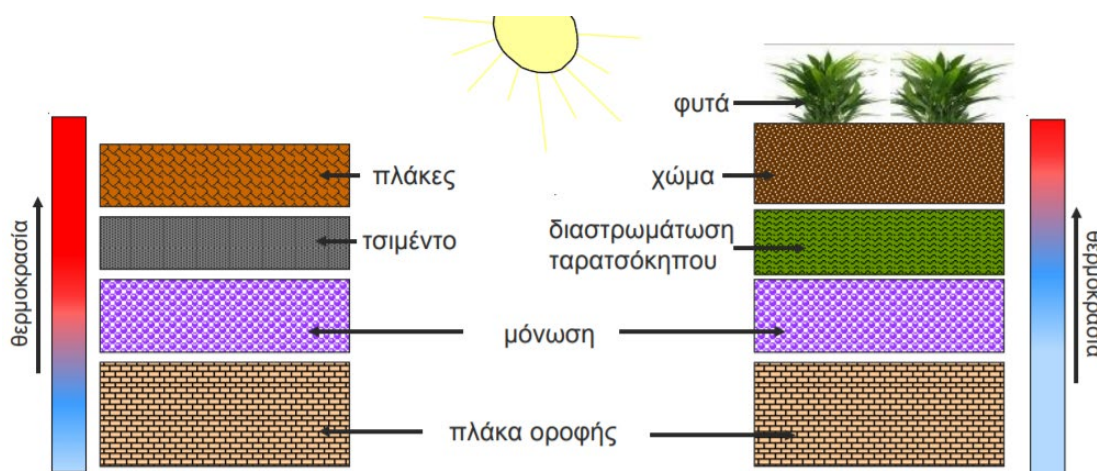
**Biofiber:** Αποτελεί βιοπολυμερές από καλαμπόκι, είναι 100% βιοδιασπώμενο, μη εύφλεκτο και διατίθεται στο εμπόριο με τιμή από 5-12 ευρώ/τμ. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι  $\lambda=0.038\text{W}/(\text{m}^*\text{K})$ . Το Biofiber μπορεί να εφαρμοστεί σε εξωτερική θερμομόνωση, σε ξύλινες κατασκευές και σε στέγαστρα.



**Εικόνα 77:** Θερμομόνωση από Biofiber

Στο πλαίσιο της οικολογικής δόμησης και της χρήσης φυσικών υλικών, ανήκει και η φύτευση οροφής. Η δημιουργία χώρων πρασίνου στην οροφή των κτιρίων αποφέρει πολλά οφέλη στον χρήστη του κτιρίου αλλά και στο ίδιο το κτίριο. Αρχικά, το φυτεμένο δώμα μπορεί να λειτουργήσει και ως θερμομόνωση της οροφής, αφού η μικρή αγωγιμότητα και θερμοχωρητικότητα του χώματος, έχει ως αποτέλεσμα η πλάκα της οροφής να επηρεάζεται σε πολύ μικρό βαθμό από την εξωτερική θερμοκρασία. Με αυτόν τον τρόπο, κατά τους θερινούς μήνες το κτίριο δροσίζεται ενώ τον χειμώνα διατηρεί την εσωτερική του θερμοκρασία μειώνοντας τις απώλειες θερμότητας έως και 30%.





Εικόνα 78: Φυτεμένο δώμα

### Παθητικά Συστήματα

Τα παθητικά συστήματα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού, και αποτελούν τεχνικές που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας. Τα συστήματα αυτά, προσαρμόζονται κατάλληλα στο κέλυφος του κτιρίου με σκοπό την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και των ανέμων για φυσικό δροσισμό. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμολόγηση) ενώ το καλοκαίρι θα πρέπει να συνδυάζονται με σκίαστρα και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

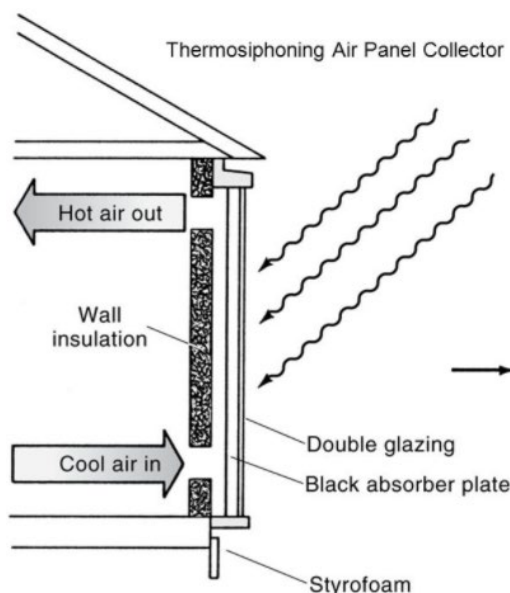
### Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση αλλά και τον φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και πιο συγκεκριμένα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Καταλληλότερος προσανατολισμός για την εγκατάσταση θεωρείται ο νότιος.

Ένα από τα βασικότερα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης αποτελεί ο **τοίχος Trombe**. Ο τοίχος κατασκευάζεται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως σκυρόδεμα και βαριές πέτρες και βάφεται εξωτερικά με σκούρο χρώμα, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή απορρόφηση θερμότητας. Το εσωτερικό του τοίχου, βάφεται με ανοιχτό χρώμα ώστε να έχει υψηλό δείκτης ακτινοβολίας. Εξωτερικά του τοίχου τοποθετείται υαλοπίνακας, επιτρέποντας την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας. Η θερμότητα που μεταφέρεται μέσω αγωγής από τον τοίχο μεταφέρεται μέσα στον χώρο με ακτινοβολία και συναγωγή συνεχώς.

Μία άλλη περίπτωση παθητικού ηλιακού συστήματος είναι το **θερμοσιφωνικό πάνελ**. Το θερμοσιφωνικό πάνελ αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με αυτό του τοίχου Trombe. Η βασική διαφορά του σε σχέση με τον τοίχο

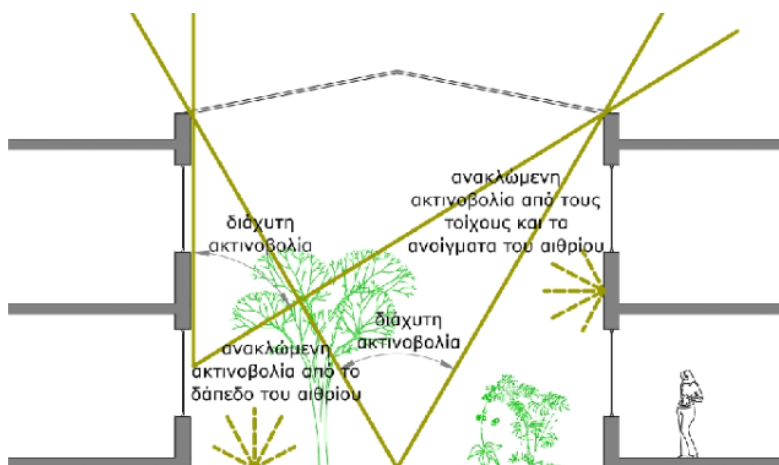
Trombe είναι ότι δεν υπάρχει περιορισμός στην τοποθέτηση του και ο θερμός αέρας που παράγεται διοχετεύεται στο κτίριο μέσω καλά μονωμένων σωλήνων.



Η θερμότητα που συλλέγεται από το πάνελ αποθηκεύεται είτε στο κέλυφος του κτιρίου, είτε σε υποδαπέδια αποθήκη. Αποτελείται από υαλοπίνακα, τοποθετημένο μπροστά από μεταλλική επιφάνεια, σκούρου χρώματος και το όλο σύστημα θερμομονώνεται. Συνδέεται με το κτίριο με θυρίδες εισροής και εκροής του αέρα του εσωτερικού χώρου προς και από το πάνελ. Ο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του θερμοσιφωνικού πάνελ από την κατώτατη θυρίδα του όπου θερμαίνεται, ανέρχεται ως ελαφρότερος και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από την ανώτατη θυρίδα του.

Τέλος, μια τεχνική που συνδυάζει την θέρμανση άλλα και τον φυσικό φωτισμό του χώρου είναι το **ηλιακό αίθριο**, όπου οι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου έχουν στην οροφή τους τζάμι. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται μέσω της γυάλινης οροφής, συσσωρεύεται στο εσωτερικό του αίθριου και ένα μέρος της μεταφέρεται στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Ωστόσο, κατά τη θερινή περίοδο, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του αίθριου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός. [15]



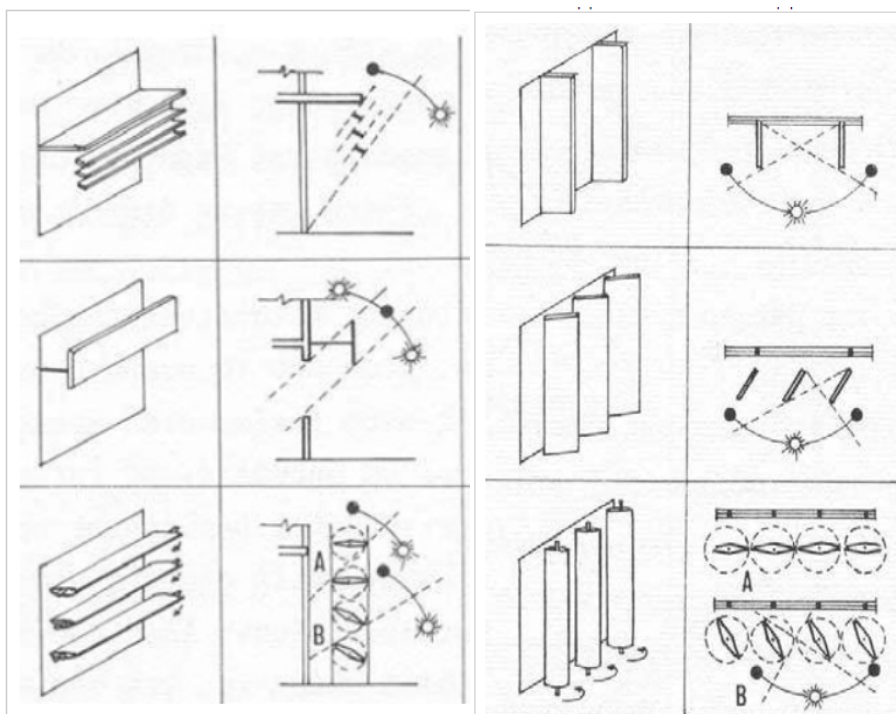


**Εικόνα 79:** Λειτουργία ηλιακού αιθρίου

### Παθητικά συστήματα φυσικού δροσισμού

Καθοριστικό παράγοντα για την διασφάλιση των απαραίτητων συνθηκών άνεσης εντός των κτιρίων αποτελεί η κατάλληλη σκίαση. Η εξωτερική σκίαση επιτρέπει την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή και τις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου. Σκίαση ανοιγμάτων επιβάλλεται να γίνεται στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, για να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου. Ειδικά η σκίαση των ανοιγμάτων με δυτικό, ανατολικό και νότιο προσανατολισμό είναι προτιμότερο να είναι κινητή, έτσι ώστε τον χειμώνα να επιτρέπεται ο φωτισμός και ο ηλιασμός του χώρου και το καλοκαίρι να εξασφαλίζεται η πλήρης προστασία του από την υπερθέρμανση. Η σκίαση μπορεί να επιτευχθεί με σταθερά εξωτερικά σκίαστρα, με κινητά εξωτερικά σκίαστρα, εσωτερικά σκίαστρα ή συνδυασμό εσωτερικών και εξωτερικών.

Ανάλογα με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων συνιστώνται διαφορετικοί τύποι σκίασης. Για ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό, ενδείκνυται η χρήση εξωτερικών οριζόντιων σκίαστρων όπως πρόβολοι, ανακλαστικά ράφια ή περσίδες.



**Εικόνα 80:** Δεξιά σκίαστρα για νότιο προσανατολισμό-Αριστερά κατακόρυφα σκίαστρα για δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό.

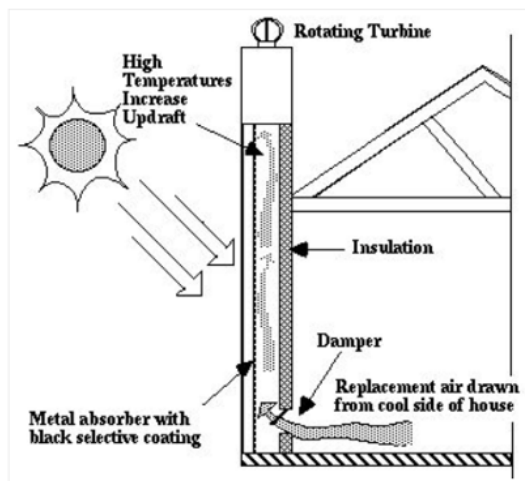
Αντίστοιχα, για παράθυρα με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό χρησιμοποιείται η κατακόρυφη σκίαση με σταθερά ή κινητά σκίαστρα. Εσωτερικά σκίαστρα είναι κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα σκιάστρων αποτελούν:

- Οι τέντες, οι οποίες μπορούν να περιορίσουν τα θερμικά κέρδη έως και 65% στις νότιες όψεις και έως 80% στις ανατολικές και δυτικές.
- Ενετικά στόρια, τα οποία επιτυγχάνουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση και είναι πιο αποτελεσματικά όταν είναι τοποθετημένα εξωτερικά.
- Διάτρητα ηλιοπροστατευτικά ρολά, τα οποία τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά, κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς και μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 70-80%

Πέρα από τη χρήση σκιάστρων, ο δροσισμός ενός κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση συστημάτων φυσικού αερισμού. Τρεις βασικοί μηχανισμοί φυσικού δροσισμού αποτελούν:

- **Διαμπερής δροσισμός:** Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος του κτιρίου. Ο αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο.
- **Ηλιακή καμινάδα:** Η ηλιακή καμινάδα βασίζει την λειτουργία της στο φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Αντί για τοίχο, έχει ένα μικρό ηλιακό τοίχο (υαλοπίνακα) στη νότια ή νοτιοδυτική πλευρά της, οπότε με τη βοήθεια του ήλιου, θερμαίνεται η εσωτερική της επιφάνεια. Ο ζεστός αέρας κατευθύνεται προς το

περιβάλλον με αποτέλεσμα να ανανεώνεται με φρέσκο δροσερό αέρα η κατοικία. Συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο. Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της ηλιακής καμινάδας είναι ότι δεν εξαρτάται από τον άνεμο και έτσι μπορεί να εφαρμοσθεί σε καλοκαιρινές ζεστές, μέρες με άπνοια, οπότε και χρειάζεται περισσότερο ο αερισμός.



**Εικόνα 81:** Λειτουργία ηλιακής καμινάδας

- **Καμινάδες αερισμού:** Οι καμινάδες αερισμού έχουν κατάλληλο άνοιγμα προς την κατεύθυνση του ανέμου ώστε να συλλέγουν τα ψυχρά ρεύματα και να τα κατευθύνουν μέσα στο εσωτερικό του κτιρίου.

### Παθητικά Συστήματα Φυσικού Φωτισμού

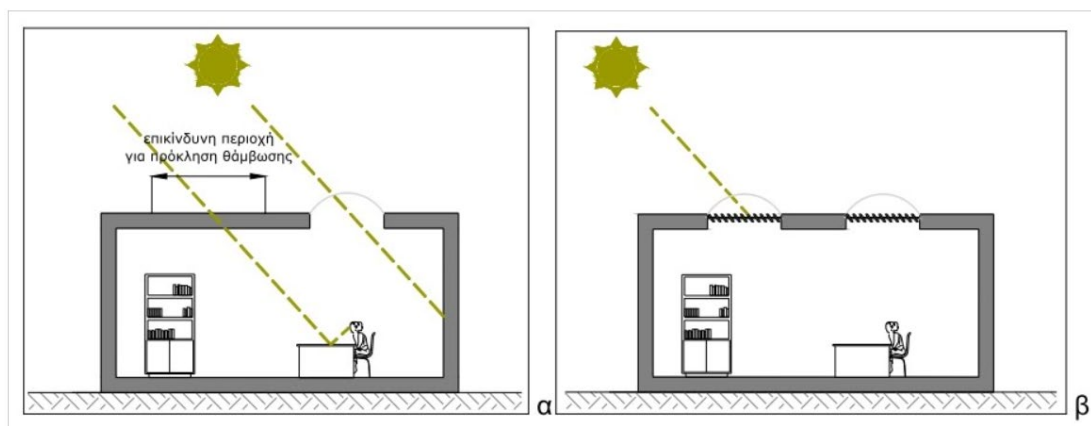
Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό τα λειτουργικά κόστη ενός κτιρίου. Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης, δημιουργώντας ένα ευχάριστο περιβάλλον και ενώ παράλληλα ενισχύεται ο φυσικός δροσισμός του χώρου. Μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο θάμβωσης.

Οι τεχνικές φωτισμού χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

Τα **ανοίγματα οροφής**, φέρουν διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες και συντελούν σημαντικά στην ομοιόμορφη κατανομή του φωτός σε όλο το χώρο. Ωστόσο, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω της οριζόντιας θέσης τους δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση από ότι τον χειμώνα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε

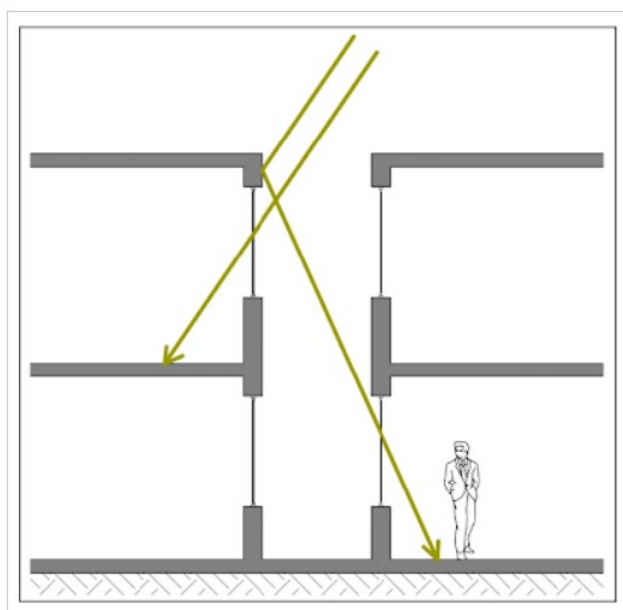
θάμβωση και υπερθέρμανση του χώρου. Για αυτό το λόγο, συστήνεται η χρήση κατακόρυφων ή κεκλιμένων ανοιγμάτων σε συνδυασμό με ανακλαστήρες, περσίδες ή κινητά πετάσματα. [16]



**Εικόνα 82:** Κατάλληλος σχεδιασμός ανοίγματος οροφής για την αποφυγή θάμβωσης

Τα **αιθρία**, συμβάλλουν στην βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας, επιτρέποντας την είσοδο της φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου. Παράλληλα παρέχουν διάχυτο φως συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του χωρίς την εμφάνιση θάμβωσης.

Οι **φωταγωγοί** είναι αγωγοί που διαπερνούν το κτίριο και εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Συνήθως συνδυάζονται με ανακλαστήρες στην κορυφή τους για βελτίωση της απόδοσης τους. Είναι δύσκολο, ωστόσο, να προσαρμοστούν σε υφιστάμενο κτήριο, λόγω των αλλαγών που χρειάζονται να γίνουν για τα ανοίγματα. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται μόνο σε καινούρια κτίρια.



**Εικόνα 83:** Διαδοχικές ανακλάσεις σε φωταγωγό

### Παράρτημα 3

#### Τεχνοοικονομική Ανάλυση Σεναρίων

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται ο υπολογισμός των ετήσιων ταμειακών ροών, η περίοδος αποπληρωμής, η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης για κάθε εναλλακτική που εξετάστηκε. Για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης χρησιμοποιήθηκαν συναρτήσεις του Excel.

#### Σενάριο 1<sup>ο</sup>

##### Εναλλακτική 1<sup>η</sup>: Εγκατάσταση Φ/β Κεραμιδιών 136kW

ΕΤΟΣ	Ετήσια Παραγωγή (kWh)	Ετήσια Εσοδα	Μείωση Απόδοσης	Τιμή kWh	Ετήσια Εξοδα	Ταμειακές Ροές	Περίοδος Αποπληρωμής
0	181111.0	19,922.2 €	0.6%	0.11 €	-	215,390.00 €	
1	180024.3	19,802.7 €	0.6%	0.11 €	350 €	19,452.68 €	195,937.32 €
2	178944.2	19,683.9 €	0.6%	0.11 €	350 €	19,333.86 €	176,603.46 €
3	177870.5	19,565.8 €	0.6%	0.11 €	350 €	19,215.76 €	157,387.71 €
4	176803.3	19,448.4 €	0.6%	0.11 €	350 €	19,098.36 €	138,289.34 €
5	175742.5	19,331.7 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,981.67 €	119,307.67 €
6	174688.0	19,215.7 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,865.68 €	100,441.99 €
7	173639.9	19,100.4 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,750.39 €	81,691.60 €
8	172598.1	18,985.8 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,635.79 €	63,055.81 €
9	171562.5	18,871.9 €	0.6%	0.11 €	7,550 €	11,321.87 €	51,733.94 €
10	170533.1	18,758.6 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,408.64 €	33,325.30 €
11	169509.9	18,646.1 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,296.09 €	15,029.21 €
12	168492.8	18,534.2 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,184.21 €	<b>3,155.00 €</b>
13	167481.9	18,423.0 €	0.6%	0.11 €	350 €	18,073.01 €	21,228.01 €
14	166477.0	18,312.5 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,962.47 €	39,190.48 €
15	165478.1	18,202.6 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,852.59 €	57,043.07 €
16	164485.3	18,093.4 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,743.38 €	74,786.45 €
17	163498.3	17,984.8 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,634.82 €	92,421.27 €
18	162517.4	17,876.9 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,526.91 €	109,948.18 €
19	161542.3	17,769.6 €	0.6%	0.11 €	7,550 €	10,219.65 €	120,167.82 €
20	160573.0	17,663.0 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,313.03 €	137,480.85 €
21	159609.6	17,557.1 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,207.05 €	154,687.90 €
22	158651.9	17,451.7 €	0.6%	0.11 €	350 €	17,101.71 €	171,789.61 €
23	157700.0	17,347.0 €	0.6%	0.11 €	350 €	16,997.00 €	188,786.61 €
24	156753.8	17,242.9 €	0.6%	0.11 €	350 €	16,892.92 €	205,679.53 €
25	155813.3	17,139.5 €	0.6%	0.11 €	350 €	16,789.46 €	222,468.99 €
				<b>ΕΒΑ</b>	7%		
				<b>ΚΠΑ</b>	13,390.93 €		

Εναλλακτική 2<sup>η</sup> : Εγκατάσταση Φ/Β 125kW

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kW)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Μείωση Απόδοσης Φ/Β	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				220,850.00 €	0.60%	0.11 -	200,923.83 €
1	181147	19,926.17 €	320 €	19,606.17 €	0.60%	0.11 -	181,117.22 €
2	180060	19,806.61 €	320 €	19,486.61 €	0.60%	0.11 -	161,429.44 €
3	178980	19,687.77 €	320 €	19,367.77 €	0.60%	0.11 -	141,859.80 €
4	177906	19,569.65 €	320 €	19,249.65 €	0.60%	0.11 -	122,407.57 €
5	176838	19,452.23 €	320 €	19,132.23 €	0.60%	0.11 -	103,072.05 €
6	175777	19,335.52 €	320 €	19,015.52 €	0.60%	0.11 -	83,852.55 €
7	174723	19,219.50 €	320 €	18,899.50 €	0.60%	0.11 -	64,748.37 €
8	173674	19,104.19 €	320 €	18,784.19 €	0.60%	0.11 -	45,758.81 €
9	172632	18,989.56 €	320 €	18,669.56 €	0.60%	0.11 -	26,883.18 €
10	171597	18,875.62 €	320 €	18,555.62 €	0.60%	0.11 -	8,120.81 €
11	170567	18,762.37 €	7,770 €	10,992.37 €	0.60%	0.11	<b>10,528.98 €</b>
12	169544	18,649.79 €	320 €	18,329.79 €	0.60%	0.11	29,066.88 €
13	168526	18,537.90 €	320 €	18,217.90 €	0.60%	0.11	47,493.55 €
14	167515	18,426.67 €	320 €	18,106.67 €	0.60%	0.11	65,809.66 €
15	166510	18,316.11 €	320 €	17,996.11 €	0.60%	0.11	84,015.87 €
16	165511	18,206.21 €	320 €	17,886.21 €	0.60%	0.11	102,112.84 €
17	164518	18,096.97 €	320 €	17,776.97 €	0.60%	0.11	120,101.24 €
18	163531	17,988.39 €	320 €	17,668.39 €	0.60%	0.11	137,981.70 €
19	162550	17,880.46 €	7,770 €	10,110.46 €	0.60%	0.11	155,754.88 €
20	161574	17,773.18 €	320 €	17,453.18 €	0.60%	0.11	173,421.42 €
21	160605	17,666.54 €	320 €	17,346.54 €	0.60%	0.11	190,981.96 €
22	159641	17,560.54 €	320 €	17,240.54 €	0.60%	0.11	208,437.14 €
23	158683	17,455.18 €	320 €	17,135.18 €	0.60%	0.11	225,787.59 €
24	157731	17,350.45 €	320 €	17,030.45 €	0.60%	0.11	243,033.93 €
25	156785	17,246.34 €	320 €	16,926.34 €	0.60%	0.11	
			<b>ΕΒΑ</b>	<b>6%</b>			
			<b>ΚΠΑ</b>	10,064.95 €			

Εναλλακτική 3<sup>η</sup> : Επέκταση Υφιστάμενου Συστήματος

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Μείωση Απόδοσης Φ/Β	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				- 112,332.00 €	0.6%	0.11 €	
1	182341	20,057.51 €	250.00 €	19,807.51 €	0.6%	0.11 € -	92,524.49 €
2	181246.95	19,937.16 €	250.00 €	19,687.16 €	0.6%	0.11 € -	72,837.33 €
3	180159.47	19,817.54 €	250.00 €	19,567.54 €	0.6%	0.11 € -	53,269.78 €
4	179078.52	19,698.64 €	250.00 €	19,448.64 €	0.6%	0.11 € -	33,821.15 €
5	178004.04	19,580.44 €	250.00 €	19,330.44 €	0.6%	0.11 € -	14,490.70 €
6	176936.02	19,462.96 €	250.00 €	19,212.96 €	0.6%	0.11 €	<b>4,722.26 €</b>
7	175874.40	19,346.18 €	250.00 €	19,096.18 €	0.6%	0.11 €	23,818.45 €
8	174819.16	19,230.11 €	250.00 €	18,980.11 €	0.6%	0.11 €	42,798.55 €
9	173770.24	19,114.73 €	250.00 €	18,864.73 €	0.6%	0.11 €	61,663.28 €
10	172727.62	19,000.04 €	5,000.00 €	14,000.04 €	0.6%	0.11 €	75,663.32 €
11	171691.26	18,886.04 €	250.00 €	18,636.04 €	0.6%	0.11 €	94,299.36 €
12	170661.11	18,772.72 €	250.00 €	18,522.72 €	0.6%	0.11 €	112,822.08 €
13	169637.14	18,660.09 €	250.00 €	18,410.09 €	0.6%	0.11 €	131,232.16 €
14	168619.32	18,548.13 €	250.00 €	18,298.13 €	0.6%	0.11 €	149,530.29 €
15	167607.60	18,436.84 €	250.00 €	18,186.84 €	0.6%	0.11 €	167,717.12 €
16	166601.96	18,326.22 €	250.00 €	18,076.22 €	0.6%	0.11 €	185,793.34 €
17	165602.35	18,216.26 €	250.00 €	17,966.26 €	0.6%	0.11 €	203,759.60 €
18	164608.73	18,106.96 €	250.00 €	17,856.96 €	0.6%	0.11 €	221,616.56 €
19	163621.08	17,998.32 €	250.00 €	17,748.32 €	0.6%	0.11 €	239,364.88 €
20	162639.35	17,890.33 €	5,000.00 €	12,890.33 €	0.6%	0.11 €	252,255.21 €
21	161663.52	17,782.99 €	250.00 €	17,532.99 €	0.6%	0.11 €	269,788.19 €
22	160693.53	17,676.29 €	250.00 €	17,426.29 €	0.6%	0.11 €	287,214.48 €
23	159729.37	17,570.23 €	250.00 €	17,320.23 €	0.6%	0.11 €	304,534.71 €
24	158771.00	17,464.81 €	250.00 €	17,214.81 €	0.6%	0.11 €	321,749.52 €
25	157818.37	17,360.02 €	250.00 €	17,110.02 €	0.6%	0.11 €	338,859.54 €
			<b>ΕΒΑ</b>	<b>17%</b>			
			<b>ΚΠΑ</b>	123,322.32 €			



Εναλλακτική 4<sup>η</sup>: Εγκατάσταση Φ/Β 118kW

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				- 122,530.00 €	0.11 €	
1	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	- 102,571.68 €
2	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	- 82,613.36 €
3	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	- 62,655.04 €
4	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	- 42,696.72 €
5	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	- 22,738.40 €
6	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	- 2,780.08 €
7	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	<b>17,178.24 €</b>
8	183712	20,208.32 €	5,000.00 €	15,208.32 €	0.11 €	32,386.56 €
9	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	52,344.88 €
10	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	72,303.20 €
11	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	92,261.52 €
12	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	112,219.84 €
13	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	132,178.16 €
14	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	152,136.48 €
15	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	172,094.80 €
16	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	192,053.12 €
17	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	212,011.44 €
18	183712	20,208.32 €	5,000.00 €	15,208.32 €	0.11 €	227,219.76 €
19	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	247,178.08 €
20	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	267,136.40 €
21	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	287,094.72 €
22	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	307,053.04 €
23	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	327,011.36 €
24	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	346,969.68 €
25	183712	20,208.32 €	250.00 €	19,958.32 €	0.11 €	366,928.00 €
			<b>ΕΒΑ</b>	16%		
			<b>ΚΠΑ</b>	127,959.97 €		

Σενάριο 2<sup>ο</sup>Εναλλακτική 1<sup>η</sup>: Εγκατάσταση Ανεμογεννήτριας 5kW

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Περίοδος Αποπληρωμής
0		0		- 16,685.00 €	
1	12,714	1398.54	150	1248.54	- 15,436.46 €
2	12,714	1398.54	150	1248.54	- 14,187.92 €
3	12,714	1398.54	150	1248.54	- 12,939.38 €
4	12,714	1398.54	150	1248.54	- 11,690.84 €
5	12,714	1398.54	150	1248.54	- 10,442.30 €
6	12,714	1398.54	150	1248.54	- 9,193.76 €
7	12,714	1398.54	150	1248.54	- 7,945.22 €
8	12,714	1398.54	150	1248.54	- 6,696.68 €
9	12,714	1398.54	150	1248.54	- 5,448.14 €
10	12,714	1398.54	700	698.54	- 4,749.60 €
11	12,714	1398.54	150	1248.54	- 3,501.06 €
12	12,714	1398.54	150	1248.54	- 2,252.52 €
13	12,714	1398.54	150	1248.54	- 1,003.98 €
14	12,714	1398.54	150	1248.54	244.56 €
15	12,714	1398.54	150	1248.54	1,493.10 €
16	12,714	1398.54	150	1248.54	2,741.64 €
17	12,714	1398.54	150	1248.54	3,990.18 €
18	12,714	1398.54	150	1248.54	5,238.72 €
19	12,714	1398.54	150	1248.54	6,487.26 €
20	12,714	1398.54	700	698.54	7,185.80 €
21	12,714	1398.54	150	1248.54	8,434.34 €
22	12,714	1398.54	150	1248.54	9,682.88 €
23	12,714	1398.54	150	1248.54	10,931.42 €
24	12,714	1398.54	150	1248.54	12,179.96 €
25	12,714	1398.54	150	1248.54	13,428.50 €
			<b>ΕΒΑ</b>	5%	
			<b>ΚΠΑ</b>	- 1,203.08 €	

**Εναλλακτική 2<sup>η</sup> : Εγκατάσταση Ανεμογεννήτριας 30kW**

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				- 62,250.00 €		
1	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11 -	53,036.61 €
2	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11 -	43,823.22 €
3	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11 -	34,609.83 €
4	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11 -	25,396.44 €
5	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11 -	16,183.05 €
6	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11 -	6,969.66 €
7	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	<b>2,243.73 €</b>
8	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	11,457.12 €
9	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	20,670.51 €
10	92,849	10213.39	2600	7613.39	0.11	28,283.90 €
11	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	37,497.29 €
12	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	46,710.68 €
13	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	55,924.07 €
14	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	65,137.46 €
15	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	74,350.85 €
16	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	83,564.24 €
17	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	92,777.63 €
18	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	101,991.02 €
19	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	111,204.41 €
20	92,849	10213.39	2600	7613.39	0.11	118,817.80 €
21	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	128,031.19 €
22	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	137,244.58 €
23	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	146,457.97 €
24	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	155,671.36 €
25	92,849	10213.39	1000	9213.39	0.11	164,884.75 €
			<b>ΕΒΑ</b>	14%		
			<b>ΚΠΑ</b>	54,135.73 €		

**Εναλλακτική 3<sup>η</sup> : Εγκατάσταση Ανεμογεννήτριας 60kW**

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0		0		- 134,755.00 €		
1	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	119,828.64 €
2	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	104,902.28 €
3	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	89,975.92 €
4	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	75,049.56 €
5	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	60,123.20 €
6	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	45,196.84 €
7	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	30,270.48 €
8	153876	16,926.4 €	6,500.0 €	10426.36	0.11 -	19,844.12 €
9	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11 -	4,917.76 €
10	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	<b>10,008.60 €</b>
11	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	24,934.96 €
12	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	39,861.32 €
13	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	54,787.68 €
14	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	69,714.04 €
15	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	84,640.40 €
16	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	99,566.76 €
17	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	114,493.12 €
18	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	129,419.48 €
19	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	144,345.84 €
20	153876	16,926.4 €	6,500.0 €	10426.36	0.11	154,772.20 €
21	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	169,698.56 €
22	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	184,624.92 €
23	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	199,551.28 €
24	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	214,477.64 €
25	153876	16,926.4 €	2,000.0 €	14926.36	0.11	229,404.00 €
			<b>ΕΒΑ</b>	10%		
			<b>ΚΠΑ</b>	51,827.50 €		



**Εναλλακτική 4<sup>η</sup> : Εγκατάσταση Δυο Ανεμογεννητριών 30kW**

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				124,500.0 €		
1	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	106,073.2 €
2	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	87,646.4 €
3	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	69,219.7 €
4	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	50,792.9 €
5	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	32,366.1 €
6	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	13,939.3 €
7	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	<b>4,487.5 €</b>
8	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	22,914.2 €
9	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	41,341.0 €
10	185698	20,426.8 €	5,200.0 €	15,226.8 €	0.11	56,567.8 €
11	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	74,994.6 €
12	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	93,421.4 €
13	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	111,848.1 €
14	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	130,274.9 €
15	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	148,701.7 €
16	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	167,128.5 €
17	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	185,555.3 €
18	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	203,982.0 €
19	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	222,408.8 €
20	185698	20,426.8 €	5,200.0 €	15,226.8 €	0.11	237,635.6 €
21	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	256,062.4 €
22	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	274,489.2 €
23	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	292,915.9 €
24	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	311,342.7 €
25	185698	20,426.8 €	2,000.0 €	18,426.8 €	0.11	329,769.5 €
			<b>ΕΒΑ</b>	14%		
			<b>ΚΠΑ</b>	108,271.45 €		

**Σενάριο 3<sup>ο</sup>****Εναλλακτική 1<sup>η</sup> : Εγκατάσταση 108kw Φ/Β και Ανεμογεννήτριας 5kW**

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				129,534.00 €		
1	182664	20093.04	500	19593.04	0.11	109,940.96 €
2	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	90,347.92 €
3	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	70,754.88 €
4	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	51,161.84 €
5	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	31,568.80 €
6	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	11,975.76 €
7	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	<b>7,617.28 €</b>
8	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	27,210.32 €
9	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	46,803.36 €
10	182664.0	20093.04	6249	13844.04	0.11	60,647.40 €
11	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	80,240.44 €
12	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	99,833.48 €
13	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	119,426.52 €
14	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	139,019.56 €
15	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	158,612.60 €
16	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	178,205.64 €
17	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	197,798.68 €
18	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	217,391.72 €
19	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	236,984.76 €
20	182664.0	20093.04	6249	13844.04	0.11	250,828.80 €
21	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	270,421.84 €
22	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	290,014.88 €
23	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	309,607.92 €
24	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	329,200.96 €
25	182664.0	20093.04	500	19593.04	0.11	348,794.00 €
			<b>ΕΒΑ</b>	14%		
			<b>ΚΠΑ</b>	115,928.03 €		

**Εναλλακτική 2<sup>η</sup> : Εγκατάσταση 60kW Φ/Β και Ανεμογεννήτριας 30kW**


ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	Τιμή kWh	Περίοδος Αποπληρωμής
0				124,109.00 €		
1	183743	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	105,017.27 €
2	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	85,925.54 €
3	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	66,833.81 €
4	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	47,742.08 €
5	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	28,650.35 €
6	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	9,558.62 €
7	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	<b>9,533.11 €</b>
8	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	28,624.84 €
9	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	47,716.57 €
10	183743.0	20,211.73 €	8,829.00 €	11,382.73 €	0.11	59,099.30 €
11	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	78,191.03 €
12	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	97,282.76 €
13	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	116,374.49 €
14	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	135,466.22 €
15	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	154,557.95 €
16	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	173,649.68 €
17	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	192,741.41 €
18	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	211,833.14 €
19	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	230,924.87 €
20	183743.0	20,211.73 €	8,829.00 €	11,382.73 €	0.11	242,307.60 €
21	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	261,399.33 €
22	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	280,491.06 €
23	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	299,582.79 €
24	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	318,674.52 €
25	183743.0	20,211.73 €	1,120.00 €	19,091.73 €	0.11	337,766.25 €
			<b>ΕΒΑ</b>	<b>15%</b>		
			<b>ΚΠΑ</b>	<b>113,239.02 €</b>		

## Παράρτημα 4

### Οικονομικά Στοιχεία Σεναρίων

#### Σενάριο 1<sup>ο</sup>

Home → Solar Inverters → ABB PVS-120-TL



Zoom

### ABB PVS-120-TL

★★★★★ Be the first to review this product

SKU: ABB PVS-120-TL

€7,449.00

Availability: In stock  
\* Required Fields

**Available versions \***

- ☐ ABB PVS-120-TL-SX
- ☐ ABB PVS-120-TL-SX2 + €130.00
- ☐ ABB PVS-120-TL-SY + €260.00
- ☐ ABB PVS-120-TL-SY2 + €560.00


**Delivery \***

- ☐ European delivery + €139.00
- ☐ International delivery + €499.00

**VAT/Tax for Customers: \***

-- Please Select --

Home → Solar Inverters → Sungrow SG125HV-V122 APID Q@N Hight voltage string Solar Inverter



Zoom

### Sungrow SG125HV-V122 APID Q@N Hight voltage string Solar Inverter

★★★★★ Be the first to review this product

SKU: Sungrow SG125HV-V122 APID Q@N

€4,750.00

Availability: In stock  
\* Required Fields


**Delivery \***

- ☐ European delivery + €79.00
- ☐ International delivery + €299.00

**VAT/Tax for Customers: \***

-- Please Select --

Home → Solar Inverters → SMA Sunny Highpower Peak3 SHP 150-20



Zoom

### SMA Sunny Highpower Peak3 SHP 150-20

★★★★★ Be the first to review this product

SKU: SMA SHP 150-20

€7,199.00

Availability: In stock  
\* Required Fields

**Delivery \***

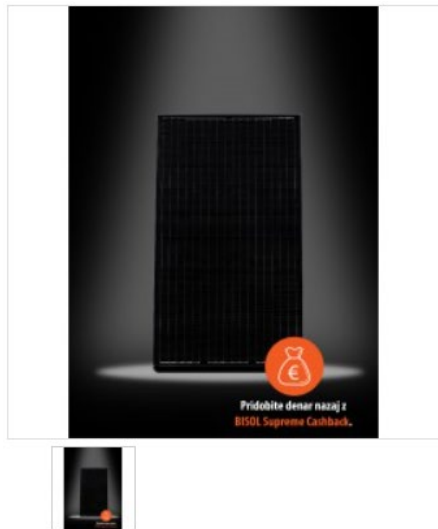
- ☐ European delivery + €79.00
- ☐ International delivery + €349.00

**VAT/Tax for Customers: \***

-- Please Select --

Add to Cart

Qty: 1



### BISOL SUPREME 320 W, monokristalni

[Be the first to review this product](#)

**€230.34** (Incl. Tax)

Qty:



Add to Cart

+ Add to Compare

### SOLAR PANEL BISOL SPECTRUM BMU-255 RED



**359,00€** Tax incl.

← Bisol - Project BMU-275

**171.33 €**

In Project Series cells might be slightly different in color. BISOL Project PV modules are ...

Quantity :

[Add to cart](#) [Buy Now](#)



**Solar Innova** <info@solarinnova.net>

προς εγώ ▾



Αγγλικά ▾



Ελληνικά ▾

[Μετάφραση μηνύματος](#)

Total BIPV Tiles: 2513 units

Power (piece): 45 Wp

Total (power): 113.085 Wp

Price (piece): 56 Euros



## Σενάριο 2<sup>ο</sup>

<b>AEOLOS-H 30kW (Grid-on)</b>	Unit Price
30kW Wind Turbine (with 30m Cables)	USD 32200
Grid-on Controller (With dump load)	USD 5280
Grid-on Inverter (MPPT, with Transformer)	USD 4250
<b>Total</b>	<b>USD 41730</b>

Optional Tower for Aeolos-H 30kW Wind Turbine	
12m Monopole Tower	USD 7080(With ladder and platform + USD 1300)
18m Monopole Tower	USD 11550(With ladder and platform + USD 1500)
24m Monopole Tower	USD 16510(With ladder and platform + USD 1700)
30m Monopole Tower	USD 21420(With ladder and platform + USD 1900)

<b>AEOLOS-H 60kW (Grid-On)</b>	Unit Price
60kW Wind Turbine (with 30-40m cables)	USD 61850

**AEOLOS** (CHN)  
windturbinestar.com

**LOTUS(Qingdao) ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD**

Fax/ +(86) 532 8090 3375 Tel/ +(86) 532 8090 3375

Add/ No. 16 Shandong Road, Qingdao, China

1



Grid-On Controller (with dump load box)	USD 6820
Pitch Control System	USD 6150
Grid-on Inverter (MPPT, three phase)	USD 11500
<b>Total:</b>	<b>USD 86320</b>

Optional Tower for Aeolos-H 60kW Wind Turbine	
18m Monopole Tower (With platform and ladders)	USD 16200
24m Monopole Tower (With platform and ladders)	USD 21350
30m Monopole Tower (With platform and ladders)	USD 25780
36m Monopole Tower (With platform and ladders)	USD 32970

<b>AEOLOS-V 5kW (Grid-on) Vertical Wind Turbine</b>	Unit Price (USD)
Grid-on Controller (PLC) (Hydraulic Brake) (with dump load box)	\$2,380
Grid-on Inverter (MPPT)	\$1,880
<b>Total Product Price:</b>	<b>\$14,060</b>

Optional Tower for Aeolos-V 5kW wind turbine	
9m Monopole Tower	\$3,350
9m Hydraulic Tower	\$5,940
12m Monopole Tower	\$4,350
12m Hydraulic Tower	\$6,850
18m Monopole Tower	\$6,700
18m Hydraulic Tower	\$12,000
5m Roof Top Tower (only tower, without bottom base)	\$2,280

### Σενάριο 3ο

Home → Solar Inverters → HUAWEI SUN2000-60KTL-M0



## HUAWEI SUN2000-60KTL-M0

★★★★★ Be the first to review this product

SKU: HUAWEI SUN2000-60KTL-M0

€4,158.00

Availability: In stock

\* Required Fields

#### Delivery \*

- ☒ European delivery + €149.00  
☐ International delivery + €349.00

#### VAT/Tax for Customers: \*

0 % - Inside European Union with VAT number



## Sungrow SG110CX Multi-MPPT String Inverter

★★★★★ Be the first to review this product

SKU: Sungrow SG110CX String Inverter

€4,749.00

Availability: In stock

\* Required Fields

#### Delivery \*

- ☒ European delivery + €89.00  
☐ International delivery + €349.00

#### VAT/Tax for Customers: \*

0 % - Inside European Union with VAT number

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] European Commission, "A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives", 2020, [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu\\_renovation\\_wave\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu_renovation_wave_strategy.pdf)
- [2] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των Κτιρίων», 2010, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EL>
- [3] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση», 2012, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=LEGISSUM%3A4372644>

- [4] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Οδηγία 2018/844 για την τροποποίηση της οδηγίας 2012/27 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και της οδηγίας 2010/31 για την ενεργειακή απόδοση», 2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN>
- [5] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Αξιολόγηση του 2019 σχετικά με την πρόοδο που σημείωσαν τα κράτη μέλη προς την επίτευξη των εθνικών στόχων ενεργειακής απόδοσης για το 2020 και την εφαρμογή της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση, όπως ορίζεται στο άρθρο 24 παράγραφος 3 της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση» 2020, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0326&from=EN>
- [6] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, «Ενεργειακές Επιθεωρήσεις Κτιρίων, Στατιστική ανάλυση για το έτος 2019 και της χρονικής περιόδου 2011-2019», 2019 [http://bpes.ypeka.gr/wp-content/uploads/2020\\_06\\_30\\_E%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%99%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%98%CE%95%CE%A3%CE%97%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf](http://bpes.ypeka.gr/wp-content/uploads/2020_06_30_E%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%99%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%98%CE%95%CE%A3%CE%97%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf)
- [7] University of Exeter, <https://www.exeter.ac.uk/esi/research/projects/impact-solarsquare>
- [8] Νόμος 4602/2019 «Έρευνα, εκμετάλλευση και διαχείριση του γεωθερμικού δυναμικού της Χώρας, σύσταση Ελληνικής Αρχής Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Έρευνών, ιδιοκτησιακός διαχωρισμός δικτύων διανομής φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις» <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/nomos-4602-2019-phek-45a-9-3-2019.html>
- [9] ΦΕΚ 3150/Β/30-7-2020, «Καθορισμός της αδειοδοτικής διαδικασίας για την εγκατάσταση και τη σύνδεση με το δίκτυο διανομής σταθμών μικρών ανεμογεννητριών εγκατεστημένης ισχύος μικρότερης ή ίσης των 60 kW, καθώς και κάθε άλλης αναγκαίας λεπτομέρειας», <https://www.e-nomothesia.gr/energeia/koine-upourgike-apophase-upen-dapeek-74462-2976-2020.html>
- [10] Sinn Power “Project Heraclion”, <https://www.sinnpower.com/projects>
- [11] Ορθόδοξος Ακαδημία Κρήτης (OAK), <https://www.oac.gr/>
- [12] Ioannis Vourdoubas, Antonios Kalogerakis, Kostantinos Zorbas. “Sustainability Assessment: Offsetting Carbon Emissions from Energy Use at the Orthodox Academy of Crete”. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology and Sciences



[13] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, « Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία» <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/El/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640>

[14] Iason Tzanakakis, « Ecological Building Materials», [https://www.academia.edu/16449588/Ecological\\_Building\\_Materials\\_%CE%9F%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC\\_%CE%94%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC\\_%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC](https://www.academia.edu/16449588/Ecological_Building_Materials_%CE%9F%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CE%94%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC)

[15] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, « Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης» ,  
[http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_passive.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm)

[16] Αργυράκη Μαρία, « Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, ηλιακά παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα» ,  
[https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2693/argyrakim\\_bioclimatic.pdf?sequence=3](https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2693/argyrakim_bioclimatic.pdf?sequence=3)

[17] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, « Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού»,  
[http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_fotismos.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_fotismos.htm)