



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Δ.Π.Μ.Σ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Β': ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ – ΧΩΡΟΤΑΞΙΑ

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2017-2018

**ΜΑΘΗΜΑ** \_ Περιβαλλοντικές συνιστώσες του σχεδιασμού και της οικιστικής ανάπτυξης

**Διδάσκοντες** \_ Κ. Βουρεκάς, Σόνια Μαυρομμάτη, Δ. Μπαλαμπανίδης, Λ. Τριάντης, Ι. Πολύζος

**Θέμα εργασίας εξαμήνου** \_ Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης.



**Μεταπτυχιακός σπουδαστής** \_ Τσίμας Αλέξανδρος

**Αθήνα, Φεβρουάριος 2018**

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

**Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης.**

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>6</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ενεργειακές ανάγκες κτιρίου</b>	
1.1 Γενικά Στοιχεία	8
1.2 Θερμικές και ψυκτικές ανάγκες κτιρίου	10
1.3 Ανάγκη σε ηλεκτρική ενέργεια	11
1.4 Ενεργειακό ισοζύγιο	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας</b>	
2.1 Ηλιακή ενέργεια	14
2.2 Γεωθερμία	14
2.3 Αιολική ενέργεια	16
2.4 Βιομάζα	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογή ΑΠΕ σε κτίρια</b>	
3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα	18
3.2 Ενεργειακά ηλιακά συστήματα	19
3.3 Ανεμογεννήτριες σε κτίρια	21
3.4 Λέβητας βιομάζας	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη περίπτωσης – Πανεπιστημιούπολη Ξάνθης</b>	
4.1 Χρηματοδότηση	23
4.2 Παρεμβάσεις	24
4.3 Στόχοι του έργου	25

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

4.4	Παραδοτέα - Αποτελέσματα	25
4.5	Αποτίμηση της παρέμβασης από την τοπική κοινωνία	27
4.6	Τελικά συμπεράσματα	28
	Παράρτημα Ι _ Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων ΑΠΕ που εφαρμόστηκαν στο παράδειγμα μελέτης	30
	Πηγές - Βιβλιογραφία	37

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εξαμήνου, έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης της εφαρμογής συστημάτων ΑΠΕ σε δημόσια κτίρια μέσα από την εξέταση του παραδείγματος μελέτης στην Πανεπιστημιούπολη της Ξάνθης.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας γίνεται μια αναφορά στις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, όπως αυτές διαμορφώνονται από τον σύγχρονο τρόπο ζωής. Επίσης γίνεται και η εξέταση του τεχνικού όρου του ενεργειακού ισοζυγίου, ο οποίος θα αναφερθεί στην παρουσίαση του παραδείγματος μελέτης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), το σύνολο των οποίων βρήκε χρήση στο παράδειγμα μελέτης.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η εξειδίκευση των μεθόδων με τις οποίες εφαρμόζονται ΑΠΕ σε κτίρια.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η εξέταση του παραδείγματος μελέτης. Για την εξέταση του, θα γίνει χρήση των στοιχείων που μας παρέσχε ο Επιστημονικά Υπεύθυνος του Προγράμματος καθηγητής της Πολυτεχνικής Σχολής Ξάνθης **κος Παντελεήμων Μπότσαρης**, ενώ θα γίνει σύγκριση των στόχων και των αποτελεσμάτων που παρουσιάζει το πρόγραμμα σε σχέση με την πραγματικότητα όπως τη βιώνουν οι φοιτητές των εστιών σήμερα. Για το λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να ερωτηθούν φοιτητές του συγκροτήματος, μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, μέρος των οποίων παρουσιάζεται στο τέλος του κεφαλαίου. Τέλος θα εκτιμηθεί και η προσωπική άποψη από τον γράφοντα για την κατάσταση που επικρατούσε πριν από την παρέμβαση, μιας και από το 2012 μέχρι το τέλος του 2015 ήταν οικότροφος στο συγκεκριμένο συγκρότημα.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σκέψη για κτίρια τα οποία παρουσιάζουν αν όχι μια καθολική ενεργειακή αυτονομία αλλά τουλάχιστον μια σχετική, φαντάζει ιδιαίτερα δελεαστική. Και με τον όρο αυτονομία, εννοούμε την ενεργειακή ανεξάρτηση για διασύνδεση του κτιρίου στο κεντρικό δίκτυο παροχής ενέργειας, καλύπτοντας με ιδίους ενεργειακούς πόρους τις ανάγκες του.

Με την έντονη τεχνολογική εξέλιξη λοιπόν, στους τομείς των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), εδώ και κάποια χρόνια αυτό το ενεργειακό άλμα προς τα εμπρός, έχει γίνει μια πραγματικότητα.

Κτίρια σχεδιάζονται προγραμματίζοντας και αναπτύσσοντας *βιοκλιματικά χαρακτηριστικά*<sup>1</sup>, ενώ συστήματα ΑΠΕ εγκαθίστανται σε μεμονωμένα κτίρια ή συγκροτήματα κτιρίων. Και στη χώρα μας, συστήματα φωτοβολταϊκών, γεωθερμίας, βιομάζας και εκμετάλλευσης των αέριων, συνδυάζονται με την ανάπτυξη απλών ή σύνθετων τεχνικών χαρακτηριστικών στα κτίρια για την παθητική ενεργειακή τους αναβάθμιση, χαρίζοντας μέρος της πολυπόθητης ενεργειακής αυτονομίας.

Η εφαρμογή αυτών των μεθόδων, έχει σαν πεδίο εφαρμογής τόσο ιδιωτικές κατοικίες όσο και δημόσια κτίρια. Το βασικό ερώτημα που αποτέλεσε και την αφορμή για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, είναι κατά πόσο η εφαρμογή συστημάτων ΑΠΕ σε δημόσια κτίρια αποτελεί μια εφικτή, λειτουργική και συνάμα αποδοτική επενδυτική τακτική, μιας και μιλάμε για μια επένδυση εντάσεως κεφαλαίου αλλά και το αν όντως η εφαρμογή αυτών των συστημάτων επέφερε αλλαγή προς το καλύτερο στους χρήστες των κτιρίων.

Αφορμή για την εξέταση του ζητήματος, αποτέλεσε η εφαρμογή συστημάτων ΑΠΕ στο συγκρότημα φοιτητικών εσπιών της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης μέσα από την υλοποίηση του έργου *Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης - Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας*, το οποίο χρηματοδοτείται από *ΧΜ ΕΟΧ 2009-2014, Χρηματοδοτικός Μηχανισμός Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (Θεματική Περιοχή: GR03 - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)*.

Το συγκεκριμένο παράδειγμα, αποτελεί και την μελέτη περίπτωσης της παρούσας εργασίας.

---

<sup>1</sup> Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ελένη, *Βιοκλιματικός σχεδιασμός : περιβάλλον και βιωσιμότητα*, Θεσσαλονίκη : University Studio Press, 2006

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 \_ Ενεργειακές ανάγκες κτιρίων

### 1.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Το 40% του συνόλου της ενέργειας τελικής χρήσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καταναλώνεται για να καλύψει τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες των κτιριακών υποδομών, εκ του οποίου το 63% κατευθύνεται για την κάλυψη αναγκών των οικιακών καταναλωτών<sup>2</sup>. Αντίστοιχα στην Ελλάδα, οι δύο τομείς με την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας είναι ο κτιριακός με 45% (οικιακός και τριτογενής) και ο τομέας των μεταφορών με 37%<sup>3</sup>.

Έχοντας αυτό σαν δεδομένο, η Ε.Ε. έθεσε στο επίκεντρο των πολιτικών της για το περιβάλλον τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού δυναμικού στην επικράτεια της, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες κλιματολογικές συνθήκες και τις κατά τόπους ειδικές συνθήκες ανάμεσα στα Κράτη – μέλη. Για το σκοπό αυτό, θέσπισε ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και κοινή μεθοδολογία υπολογισμού, ώστε να υπάρξει βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης<sup>4</sup>.

Οι τομείς στους οποίους δόθηκε έμφαση, αφορούν την κάλυψη των βασικών ενεργειακών αναγκών των σύγχρονων κτιρίων. Οι κυριότερες ανάγκες είναι:

- Θέρμανση κτιρίου
- Θέρμανση νερού
- Ψύξη κτιρίου
- Φωτισμός
- Χρήση ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών

Όπως διακρίνεται από το γράφημα 1.1, η ανάγκη για θέρμανση των κτιρίων καταναλώνει το μεγαλύτερο μέρος των **οικιακών αναγκών** σε ενέργεια, συντριπτικά έναντι των υπολοίπων. Αν τώρα συνδυάσουμε την ενέργεια για θέρμανση με την ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX), θα καταλήξουμε στις συνολικές ανάγκες για θερμική ενέργεια, που ανέρχονται σε

---

<sup>2</sup> Eurostat, 2010

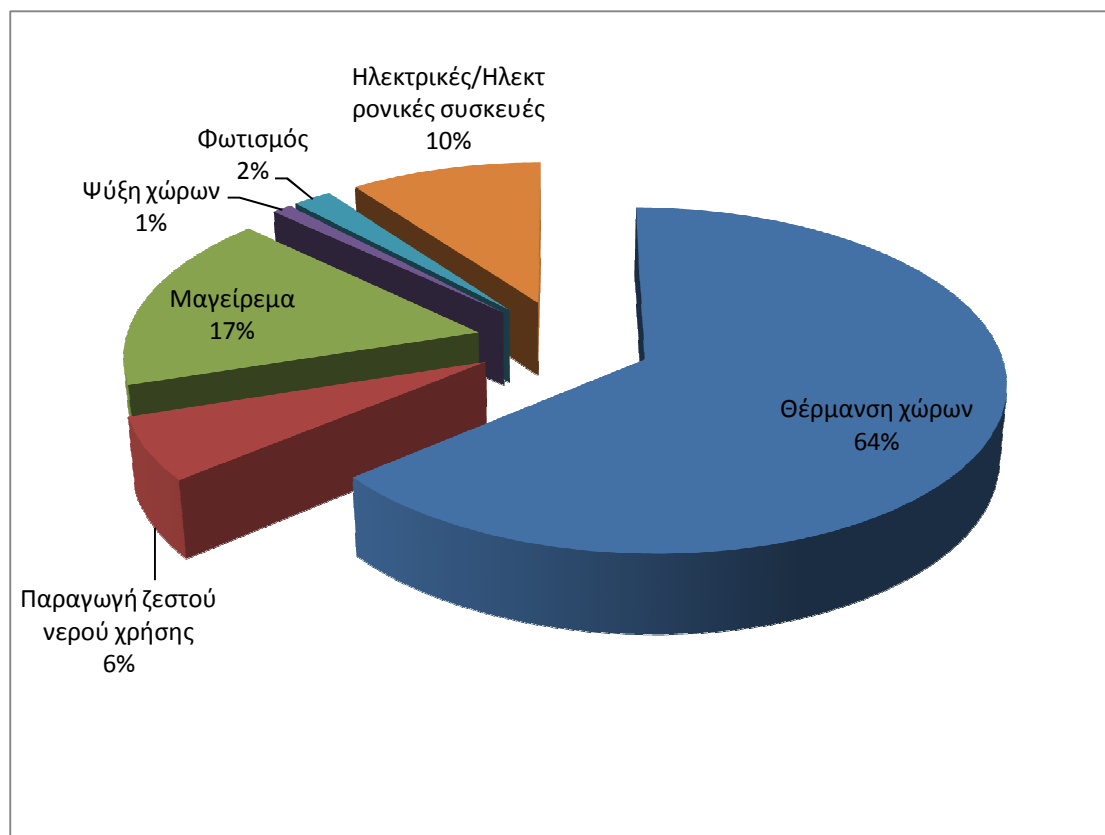
<sup>3</sup> ΥΠΕΚΑ, 2014

<sup>4</sup> Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου



Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

10244 kWh, ενώ οι υπόλοιπες ανάγκες αντιστοιχούν στις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια που ανέρχονται σε 3750 kWh.<sup>5</sup>



Γράφημα 1.1 Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2013)

Δυστυχώς, τα στατιστικά δεδομένα που έχουμε διαθέσιμα από την ΕΛΣΤΑΤ αφορούν κατοικίες και όχι δημόσια κτίρια, παρόλα αυτά αποτελούν έναν – όχι ασφαλή – οδηγό σχετικά με την κατανομή των κτιριακών ενεργειακών αναγκών.

Μια άλλη πηγή στατιστικών στοιχείων, αποτελούν τα *πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ)* που έχουν εκδοθεί<sup>6</sup>, με τη διαφορά ότι εκεί δεν γίνεται ο καταμερισμός της κατανάλωσης ενέργειας με βάση τις διάφορες ανάγκες όπως περιγράφηκαν παραπάνω, αλλά με βάση τις *κλιματικές ζώνες (Α,Β,Γ,Δ)*.

<sup>5</sup> ΕΛΣΤΑΤ, 2013

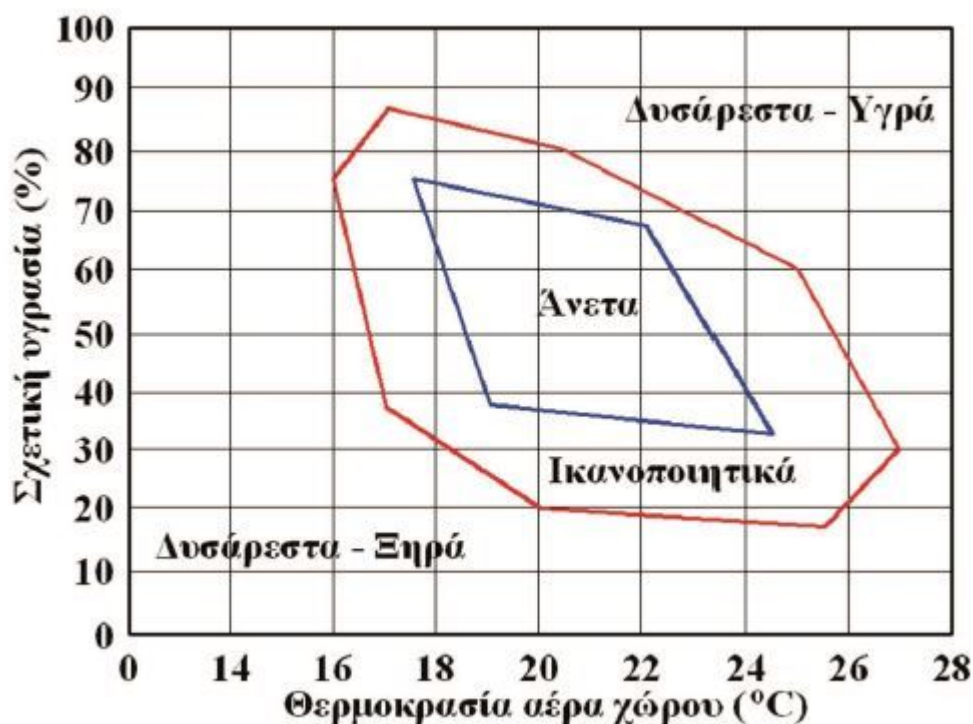
<sup>6</sup> Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος, ΦΕΚ, 2015, σελ. 42/164

## 1.2 Θερμικές και ψυκτικές ανάγκες κτιρίων

Όπως ήδη διακρίναμε, οι ανάγκη για θέρμανση αποτελεί την πλέον ενεργοβόρα, επομένως είναι κρίσιμης σημασίας η ανάλυση των παραγόντων που την επηρεάζουν. Αντίθετα, η ανάγκη για ψύξη αποτελεί ήσσονος σημασίας, αλλά επειδή βασίζονται σε παρόμοιες αρχές, μπορούν να ομαδοποιηθούν.

Βασικός παράγοντας που καθορίζει τη συμπεριφορά των ενοίκων ενός κτιρίου αναφορικά με το εσωτερικό περιβάλλον στο οποίο ζει και δραστηριοποιείται, είναι η *θερμική άνεση*<sup>7</sup>. Με τη φράση αυτή, εννοούμε κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί ο χώρος, τα οποία αφορούν τη θερμοκρασία του ξηρού αέρα, την υγρασία του, τη θερμοκρασία των στοιχείων που υπάρχουν στο εσωτερικό του χώρου και με τα οποία ο χρήστης έρχεται σε επαφή, καθώς και την κίνηση του αέρα εντός του χώρου.

Όπως γίνεται κατανοητό, τα χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν ενέχουν έντονο το στοιχείο της υποκειμενικότητας και εξαρτώνται ως ένα βαθμό και από τη χρήση του κάθε χώρου. Με άλλα λόγια, η θερμική άνεση αποτελεί μια ιδεατή κατάσταση στο μυαλό του χρήστη και καθορίζει τον βαθμό ικανοποίησης του για τις συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν εντός του χώρου.



Γράφημα 2. Θερμική άνεση συναρτήσει υγρασίας και θερμοκρασίας αέρα χώρου. (Πηγή: Κατσαπρακάκης Δ. & Μ. Μονιάκης, 2015)

<sup>7</sup> Κοτσίρης Γεώργιος, *Θερμική Άνεση*, Ίων, 2007

Ο καθορισμός των αναγκών για θέρμανση και ψύξη, εξαρτάται από το βασικό νόμο ροής της θερμότητας, με βάση τον οποίο αυτή ρέει από τους χώρους ή τα σώματα που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασιακή κατάσταση προς αυτά που βρίσκονται σε χαμηλότερη.

Όπως γίνεται αντιληπτό, το χειμώνα που η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου είναι μεγαλύτερη από αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος, έχουμε ροή θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο στο περιβάλλον. Αυτή η ροή, ονομάζεται *θερμικές απώλειες* του κτιρίου και είναι αυτές που καθορίζουν το θερμικό φορτίο που καταναλώνει το κτίριο. Αντίστροφη ροή παρατηρείται το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται *θερμικά κέρδη* τα οποία θα καθορίσουν το ψυκτικό φορτίο που θα απαιτηθεί για τη ψύξη του χώρου. Σπουδαιότερος παράγοντας για τη ρύθμιση των ενεργειακών απωλειών και κερδών, είναι το κέλυφος της κατασκευής.

### 1.3 Ανάγκη σε ηλεκτρική ενέργεια

Όπως μας είναι γνωστό από τη Φυσική, μέσω του ηλεκτρικού ρεύματος μεταφέρεται ηλεκτρική ενέργεια. Προκειμένου δε να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια, *απαιτείται η περιστροφή πηνίου εντός ηλεκτρομαγνητικού πεδίου*<sup>8</sup>. Η ηλεκτρική ενέργεια, μπορεί να παραχθεί με την εκμετάλλευση διαφόρων πόρων, όπως για παράδειγμα:

- Ορυκτά καύσιμα
- Σχάση ατόμου (Πυρηνική ενέργεια)
- Βιομάζα
- Ήλιος (Ηλιακή ενέργεια)
- Νερό (Υδροηλεκτρική ενέργεια)
- Αέρας (Αιολική ενέργεια)
- Θάλασσα (Κυματική ή ενέργεια της παλίρροιας)

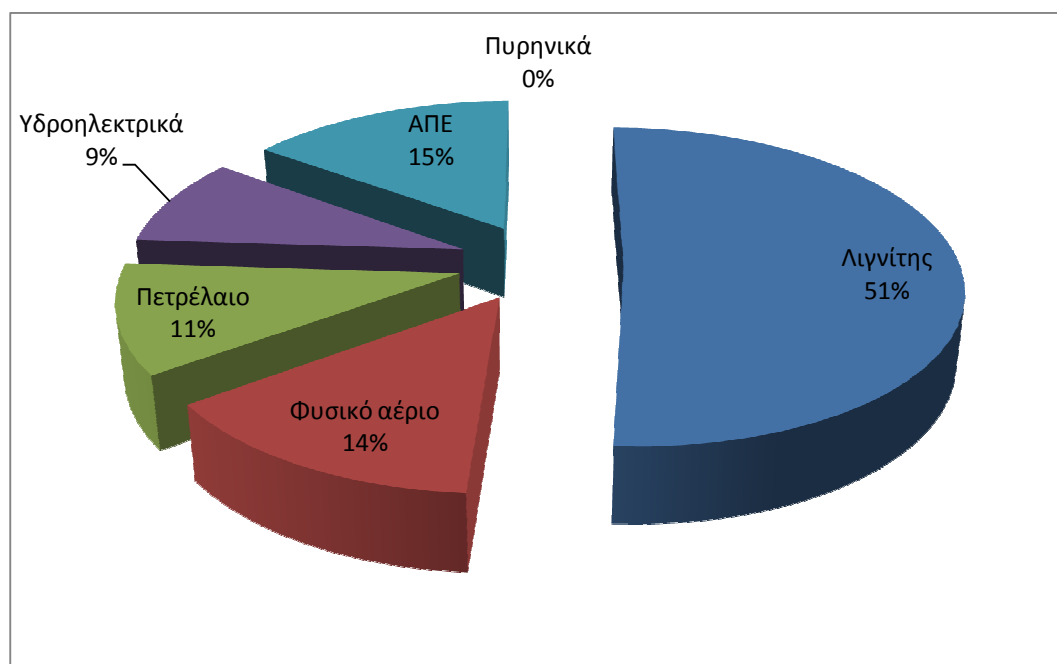
Για την παραγωγή της ενέργειας, στις περιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων, της σχάσης του ατόμου και της βιομάζας, εφαρμόζεται περιστροφή στροβίλου από τον ατμό που έχει παραχθεί από την καύση των παραπάνω πόρων, ενώ στις \ περιπτώσεις των ρευστών η παραγωγή της ενέργειας επιτυγχάνεται μέσα από την κίνηση και την παροχέτευση τους υπό πίεση.

---

<sup>8</sup> Βλ. Πηνίο Tesla

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

Στην Ελλάδα, ο κύριος όγκος της παραγωγής γίνεται μέσω του λιγνίτη, ενώ μέσω της προώθησης της χρήσης ΑΠΕ υπάρχει ο στόχος για αύξηση της συμμετοχής τους στην κατανάλωση στο 34% μέχρι το 2020<sup>9</sup>.



Γράφημα 3. Κατανομή πηγών ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα το 2014 (Πηγή: <http://wdi.worldbank.org>)

#### 1.4 Ενεργειακό ισοζύγιο

Η έννοια του ενεργειακού ισοζυγίου είναι ιδιαίτερα σημαντική σε έργα ενεργειακής αναβάθμισης, γι' αυτό και κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια συνοπτική περιγραφή των βασικών του στοιχείων: της μονάδας μέτρησης, της χρονικής μονάδας εφαρμογής και των τύπων ισοζυγίου.

- Μονάδα μέτρησης ισοζυγίου

*Η μονάδα μέτρησης που εφαρμόζεται για τη «μηδενική ισορροπία», μπορεί να επηρεαστεί από μια σειρά παραμέτρων, σύμφωνα με τον κάθε φορά χρησιμοποιούμενο ορισμό, ως εκ τούτου μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες της μιας μονάδας για τη μέθοδο του υπολογισμού. Αυτές, μπορεί να είναι η τελική ή μη σταθμισμένη ενέργεια, η πρωτογενής ενέργεια, οι ισοδύναμες εκπομπές CO<sub>2</sub>, η ενέργεια, το κόστος τα ενέργειας ή άλλοι*

<sup>9</sup> ΥΠΕΚΑ, Οδικός ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050, 2012

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

*παράμετροι που μπορεί να ορίζονται από την εκάστοτε εθνική ενεργειακή πολιτική.*

- *Χρονική περίοδος ενεργειακού ισοζυγίου*

*Η χρονική περίοδος για την οποία πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί, μπορεί να διαφέρει πάρα πολύ. Πιθανές εκδοχές είναι ο πλήρης κύκλος ζωής του κτιρίου, ο χρόνος λειτουργίας του (π.χ. 50 χρόνια), το ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας ή ακόμα και το εποχιακό ή μηνιαίο ισοζύγιο.*

- *Τύπος ισοζυγίου*

*Αυτό το θέμα αφορά κυρίως κτίριο μηδενικής ενέργειας, που είναι συνδεδεμένα σε δίκτυο κοινής ωφέλειας, αφού σε αυτόν τον τύπο υπάρχουν δύο πιθανά ισοζύγια:*

- 1. Μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές*
- 2. Μεταξύ της ενέργειας που παράγεται στο κτίριο και της ενέργειας που προσφέρεται στο δίκτυο.*

*Καθώς το αποτέλεσμα των δύο ισοζυγίων είναι παρόμοιο τις περισσότερες φορές, η κύρια διαφορά τους είναι η περίοδος εφαρμογής. Το πρώτο ισοζύγιο εφαρμόζεται κυρίως κατά τη φάση σχεδιασμού ενός κτιρίου, ενώ το δεύτερο κατά τη φάση της παρακολούθησης. Στα εκτός δικτύου κτίρια μηδενικής ενέργειας, η κατανάλωση ενέργειας πρέπει να αντισταθμίζεται από την παραγωγή<sup>10</sup>.*

---

<sup>10</sup> A.J. Marszal and others, *Zero Energy Building - A review of definitions and calculation methodologies*, 2010, μετάφρ. Καββαδίας Διονύσιος

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2\_ Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

### 2.1 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί την πρωτεύουσα πηγή ενέργειας, μιας και από αυτήν ουσιαστικά προκύπτουν οι υπόλοιπες μορφές. Κατανέμεται σε διάφορα μήκη κύματος, με το μεγαλύτερο μέρος να κυμαίνεται σε μικρά μήκη κύματος περίπου 3 – 4 μm.

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο κατηγορίες ηλιακής ακτινοβολίας, την άμεση και τη διάχυτη, ανάλογα με το βαθμό σκέδασης που έχει υποστεί στην ατμόσφαιρα και μέχρι να φτάσει στην επιφάνεια της γης.

Το άθροισμα τους, αποτελεί την ολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, η οποία αποτελεί ένα ιδιαίτερα μεταβλητό μέγεθος. Κυριότεροι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι οι εξής:

- Η απόσταση ήλιου – γης
- Το γεωγραφικό πλάτος και μήκος
- Η νέφωση
- Το υψόμετρο της περιοχής
- Η διάχυση στην ατμόσφαιρα

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια της γης, επιτυγχάνεται με δύο τύπους συστημάτων:

1. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία περιλαμβάνουν Η/Μ εξοπλισμό.
2. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία είναι τεχνικές και κατασκευές που εφαρμόζονται στα κτίρια ώστε να επιτύχουν αποδοτικότερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

### 2.2 Γεωθερμία

*Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια φυσική, ήπια και σε σημαντικό βαθμό ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία προέρχεται από το εσωτερικό της*

*γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς και επιφανειακούς ή υπόγειους ατμούς, με ή χωρίς αέρια σε θερμά νερά ή σε μίγματα των παραπάνω, καθώς και σε θερμά – ξηρά πετρώματα.<sup>11</sup>*

Από τα χαρακτηριστικά μεγέθη της γεωθερμικής ενέργειας είναι η γεωθερμική βαθμίδα, η οποία ορίζεται ως ο βαθμός αύξησης της θερμοκρασίας ανάλογα με το βάθος του εδάφους. Επειδή εξαρτάται από το έδαφος, είναι λογικό να ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Κατά γενικό κανόνα πάντως, ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας του εδάφους συναρτήσει του βάθους είναι  $30 - 50 \text{ C}^\circ/\text{Km}$ .

Με βάση λοιπόν και τον ορισμό της γεωθερμικής ενέργειας, ως γεωθερμικό πεδίο μιας περιοχής χαρακτηρίζεται το σύνολο των φυσικών ατμών, των υπόγειων ή επιφανειακών θερμικών νερών που βρίσκονται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των  $25 \text{ C}^\circ$  καθώς και η θερμότητα που έχουν οι γεωλογικοί σχηματισμοί. Επίσης, τα **γεωθερμικά πεδία** μπορούμε να τα κατατάξουμε σε δύο κατηγορίες, **ανάλογα με τα πετρώματα στα οποία συναντώνται:**

1. **Ξηρά θερμικά πετρώματα**, η εκμετάλλευση τους ακόμα βρίσκεται σε πειραματικό επίπεδο.
2. **Υγρά πορώδη πετρώματα**, τα οποία αποτελούν τα εκμεταλλεύσιμα γεωθερμικά πεδία.

Μια δεύτερη κατηγοριοποίηση λίγο πιο εξειδικευμένη, είναι αυτή που κατατάσσει τα **γεωθερμικά πεδία ανάλογα με τη θερμοκρασία του ρευστού** (ενθαλπία). Εδώ συναντάμε τρεις κατηγορίες:

1. **Υψηλής ενθαλπίας** (θερμοκρασίες  $> 150 \text{ C}^\circ$ ). Η εκμετάλλευση αυτής της κατηγορίας γεωθερμικών πεδίων, μπορεί να παράξει **ηλεκτρική ενέργεια**.
2. **Μέσης ενθαλπίας** (θερμοκρασίες  $90 \text{ C}^\circ$  έως  $150 \text{ C}^\circ$ ). Σε αυτήν την κατηγορία το ρευστό μπορεί να βρίσκεται είτε υπόγεια είτε επιφανειακά, ενώ πέρα από τις άλλες χρήσεις που μπορεί να βρει,

---

<sup>11</sup> Μ. φυτίκας, Ν. Ανδρίτσος, *Γεωθερμία*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004, σελ. 15

μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ηλεκτροπαραγωγή (*δυναμικός κύκλος*<sup>12</sup>).

3. Χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασίες 25 C° έως 100 C°). Η εκμετάλλευση αυτής της κατηγορίας έχει εφαρμογή τόσο στη θέρμανση και ψύξη κτιρίων, όσο και στη γεωργία για τη θέρμανση θερμοκηπίων κλπ.

Κάνοντας λοιπόν μια ανακεφαλαίωση στις πιθανές εφαρμογές που μπορεί να βρει η γεωθερμική ενέργεια με βάση τη θερμοκρασία του ρευστού, καταλήγουμε στα εξής:

1. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ( $\theta > 90 \text{ C}^\circ$ )
2. Θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ  $\theta > 60 \text{ C}^\circ$ , με αερόθερμο  $\theta > 40 \text{ C}^\circ$ , με ενδοδαπέδιο σύστημα  $\theta > 25 \text{ C}^\circ$ )
3. Ψύξη και κλιματισμός (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης  $\theta > 60 \text{ C}^\circ$ , με υδροψυκτικές αντλίες θερμότητας  $\theta < 30 \text{ C}^\circ$ )
4. Θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών ( $\theta > 25 \text{ C}^\circ$ )
5. Ιχθυοκαλλιέργειες ( $\theta > 15 \text{ C}^\circ$ )
6. Βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ( $\theta > 60 \text{ C}^\circ$ ,)
7. Θερμά λουτρά ( $25 \text{ C}^\circ < \theta < 40 \text{ C}^\circ$ )

### 2.3 Αιολική ενέργεια

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, αποτελεί μια πρακτική που εμφανίστηκε από τα αρχαία χρόνια, όταν και χρησιμοποιήθηκε για την κίνηση των πλοίων με κατάρτια και πανιά, ενώ στη συνέχεια αξιοποιήθηκε για την κίνηση των μύλων άλεσης κατακόρυφου άξονα.

Η εμφάνιση της, έχει την προέλευση της από την ηλιακή ακτινοβολία, την ανομοιογένεια του ανάγλυφου της γης και της περιστροφής της γύρω από τον άξονα της, ενώ εκτιμάται ότι το 1,5-2,5% της ακτινοβολίας του ήλιου που προσπίπτει στη γη μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια των ανέμων.

---

<sup>12</sup> Μ. φυτίκας, Ν. Ανδρίτσος, *Γεωθερμία*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004, σελ. 224



Σήμερα, η αξιοποίηση αυτής της διαθέσιμης κινητικής ενέργειας που ξεδιπλώνεται γύρω μας, γίνεται μέσω των σύγχρονων ανεμογεννητριών. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική, αφορά δύο βασικά στάδια. Το πρώτο έχει να κάνει με την μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε μηχανική μέσω της περιστροφικής κίνησης των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας. Το δεύτερο στάδιο, έχει να κάνει με τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρική μέσω μιας γεννήτριας.

Για την καλύτερη αξιοποίηση του δυναμικού του αέρα, οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε σημεία στα οποία αναπτύσσονται υψηλές ριπές ανέμου και η επένδυση εγκατάστασης είναι συμφέρουσα. Το έδαφος μπορεί να είναι ηπειρωτικό, είτε νησιωτικό, ενώ συνηθέστερη μέθοδος είναι η αξιοποίηση της κατάλληλης γεωγραφικής περιοχής μέσω εγκατάστασης ενός συνόλου από αιολικές μηχανές, δημιουργώντας έτσι τα λεγόμενα αιολικά πάρκα.

## 2.4 Βιομάζα



Εικόνα 1. Κύκλος παραγωγής και εκμετάλλευσης Βιομάζας (Πηγή: Biodisk. [www.biodisk.net](http://www.biodisk.net))

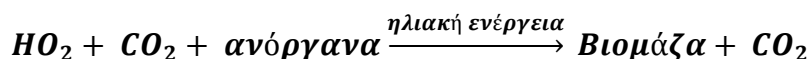
Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

*Βιομάζα ονομάζεται η πρώτη καύσιμη ύλη, η οποία περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ή αέριων καυσίμων.<sup>13</sup>*

Μπορούμε να κατατάξουμε τη βιομάζα σε δύο τύπους, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο παράγεται:

1. Από **υπολειμματικές μορφές βιομάζας**, όπως είναι:
  - a. τα αγροτικά και δασικά υπολείμματα (άχυρα, κλαδέματα, υλοτομία κ.α.),
  - b. τα υπολείμματα γεωργικών / δασικών βιομηχανιών (πυρηνόξυλό, πριονίδια, απόβλητα τυροκομείου κ.α.),
  - c. απόβλητα κτηνοτροφίας (κοπριές, απόβλητα σφαγείων),
  - d. αστικά απόβλητα,
  - e. Οργανικό κλάσμα απορριμμάτων
  
2. Από **ενεργειακές καλλιέργειες**, όπως είναι:
  - a. Παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή βιοκαυσίμων / ενέργειας (π.χ. τεύτλα, σιτάρι, ηλίανθος, ευκάλυπτος),
  - b. Φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά και το τελικό προϊόν τους προορίζεται για την παραγωγή βιοκαυσίμων (σόργο, ελαιοκράμβη, κενάφ).

Η βιομάζα ουσιαστικά είναι αποτέλεσμα των φυσικών οργανισμών, της φωτοσύνθεσης και μιας δεσμευμένης και αποθηκευμένης μορφής της ηλιακής ενέργειας. Η χημική εξίσωση που μας δίνει τη βιομάζα είναι η εξής:



Όπως γίνεται εμφανές από την ανάγνωση της χημικής εξίσωσης της βιομάζας, αποτελεί μια φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας, μιας και το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται κατά την καύση του το έχει δεσμεύσει προηγουμένως από το περιβάλλον.

---

<sup>13</sup> Παύλος Χριστόπουλος, Ευάγγελος Τόπακας, *Βιοτεχνολογική Παραγωγή Βιοκαυσίμων*, Εκδόσεις ΣΕΑΒ, ΚΑΛΛΙΠΟΣ, 2015

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 \_ Εφαρμογή ΑΠΕ σε κτίρια

### 3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δίνεται η δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και η αποθήκευση της σε κατάλληλες μπαταρίες. Σε τεχνικό επίπεδο, γίνεται μετατροπή μέρους της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας σε συνεχές ρεύμα, το οποία εν συνεχεία μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο μέσω ενός αντιστροφέα τάσης, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις ηλεκτρικές συσκευές.

Λειτουργικά, ένα *φωτοβολταϊκό στοιχείο* αποτελείται από κυψέλες οι οποίες μετατρέπουν την ηλιακή σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα επιμέρους *φωτοβολταϊκά στοιχεία* που συνδέονται μεταξύ τους συγκροτούν τη *φωτοβολταϊκή γεννήτρια*, ενώ το σύνολο των φωτοβολταϊκών γεννητριών απολεί τη *φωτοβολταϊκή συστοιχία*.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που εγκαθίστανται σε κτίρια, μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- **Διασυνδεδεμένα**, όπου η πλεονάζουσα ή το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας διατίθεται στο ηλεκτρικό δίκτυο (*ΔΕΔΔΗΕ*).
- **Αυτόνομα**, όπου η παραγόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητη η χρήση μπαταριών για την αποθήκευση ενέργειας.
- **Υβριδικά**, όπου χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά σε συνδυασμό με άλλες διατάξεις ηλεκτροπαραγωγής όπως οι ανεμογεννήτριες.

Ανάλογα με το σημείο εφαρμογής των φωτοβολταϊκών συστημάτων, μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- Τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών **στη στέγη**. Η τοποθέτηση αυτή έχει μεγάλο εύρος καθώς μπορούν να προσαρμοστούν πάνω από τα υλικά της στέγης με κατάλληλα στηρίγματα, μπορούν να ενσωματωθούν στην στέγη αλλά και να αποτελέσουν τα ίδια τη στέγη ενός κτιρίου ή χώρου.
- Τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών στην **πρόσοψη των κτιρίων**. Η λύση αυτή δημιουργεί εκτός από υψηλό αισθητικό αποτέλεσμα και ενεργειακά οφέλη καθώς προσφέρει θερμική προστασία, μόνωση, προστασία από τον ήλιο αλλά και μείωση του εισερχόμενου θορύβου.
- Δημιουργία σκιάστρων με τη βοήθεια των φωτοβολταϊκών αντί για χρήση άλλων υλικών.

## 3.2 Ενεργειακά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα, χρησιμοποιούν ειδικές διατάξεις ώστε να η ηλιακή ακτινοβολία να δεσμεύεται και να μετατρέπεται σε θερμότητα. Βρίσκουν εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα αναγκών, καλύπτοντας συνήθως τις ανάγκες ενός κτιρίου για ζεστό νερό χρήσης (ZNX) ή ακόμα και τη θέρμανση χώρων.

Τα τελευταία χρόνια μάλιστα, γίνεται αξιοποίηση τους και για τον κλιματισμό χώρων του κτιρίου, με χρήση κεντρικού συστήματος ψύξης σε μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα. Επίσης, σύνηθες είναι ο συνδυασμός τους με άλλα συστήματα θέρμανσης νερού (boilers), ώστε σε περιπτώσεις που οι ηλιακοί συλλέκτες δεν μπορούν να αποδώσουν λόγω νεφώσεων ή κακοκαιρίας να υπάρχει εφεδρικό σύστημα που να καλύπτει τις ανάγκες των ενοίκων.

Το τεχνικό κομμάτι των συλλεκτών, στηρίζεται στο λεγόμενο «φαινόμενο του θερμοκηπίου», καθώς είναι έτσι διαμορφωμένος ώστε η ακτινοβολία να διαπερνά το γυάλινο στοιχείο που υπάρχει ως προμετωπίδα και να χτυπά στην εσωτερική του επιφάνεια στο στοιχείο που ονομάζεται απορροφητής και μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα, η οποία παγιδεύεται εντός του συστήματος. Για να γίνει χρήση της παγιδευμένης θερμικής ενέργειας, μια σειρά από σωληνώσεις έρχεται σε επαφή με τον απορροφητή, θερμαίνοντας το νερό που παροχετεύεται εντός του. Με αυτόν τον τρόπο, το ζεστό νερό μεταφέρεται σε κατάλληλη δεξαμενή όπου αποθηκεύεται και είναι έτοιμο για χρήση.

Υπάρχουν 3 κύριες κατηγορίες ηλιακών συλλεκτών:

1. **Οι επίπεδοι συλλέκτες.** Είναι η πιο συνηθισμένη μορφή, με εφαρμογές τόσο για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, θέρμανση χώρων αλλά και για θέρμανση πισινών.
2. **Οι πλαστικοί συλλέκτες.** Αποτελούνται μόνο από τον απορροφητή και της σωλήνες και εφαρμόζονται κυρίως για θέρμανση πισινών. Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές χαμηλών θερμοκρασιών μέχρι 30°K. Η απόδοσή τους επηρεάζεται σημαντικά από την ταχύτητα του ανέμου καθώς δε διαθέτουν το διαφανές κάλυμμα πάνω από τον απορροφητή και δεν είναι κατάλληλος τύπος για περιοχές με χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.
3. **Συλλέκτες σωλήνων κενού.** Χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια για τη θέρμανση χώρων, και είναι ικανοί να αναπτύξουν πολύ μεγάλες θερμοκρασίες έως και 120°K πάνω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Καββαδίας Διονύσιος, *Εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ενεργειακή αυτονομία κατοικίας*, Διπλωματική εργασία, 2017

Αν ο ηλιακός συλλέκτης έχει ως αποστολή αποκλειστικά την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης, τότε το σύστημα αποτελείται από το κεντρικό σύστημα των συλλεκτών, από τη δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού και από το δίκτυο των αγωγών μεταφοράς και διανομής του ζεστού νερού.

Συνήθως, επειδή όπως αναφέρθηκε το σύστημα ηλιακών συλλεκτών δεν μπορεί να καλύψει μόνο του τις ανάγκες για ζεστό νερό, υπάρχει συνδυασμός των συλλεκτών είτε με ένα boiler, είτε με ένα λέβητα (σύστημα διπλής ενεργείας) ή και με τα δύο μαζί (σύστημα τριπλής ενεργείας).

Τέλος, αν το σύστημα αποσκοπεί στην κάλυψη και θερμικών αναγκών του χώρου τότε η διάταξη είναι διαφορετική καθώς το παραγόμενο ζεστό νερό αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης, αλλά από εκεί με τη βοήθεια αντλιών – κυκλοφορητών παρέχεται στα καλοριφέρ για την θέρμανση των χώρων. Τα συστήματα των ηλιακών συλλεκτών που σχεδιάζονται για να καλύψουν τόσο τις θερμικές ανάγκες του χώρου όσο και τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης, ονομάζονται συστήματα combi και είναι ιδιαίτερα διαδομένα τα τελευταία χρόνια.

### 3.3 Ανεμογεννήτριες σε κτίρια

Ο βασικός τρόπος με τον οποίο αξιοποιείται η αιολική ενέργεια, είναι μέσω δημιουργίας οργανωμένων αιολικών πάρκων, χερσαίων ή παράκτιων. Οι ανεμογεννήτριες που συγκροτούν τα πάρκα είναι της τάξεως των 800 kW – 6 MW και είναι διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης.

Μέσω της χρήσης μικρών ανεμογεννητριών, της τάξεως των 0,4 – 10 kW, είναι εφικτή η αξιοποίηση των αέρηδων και στο αστικό περιβάλλον.

Με βάση τον τρόπο με τον οποίο διαθέτουν την παραγόμενη ενέργεια οι ανεμογεννήτριες, μπορούμε να τις ταξινομήσουμε ως εξής (παρόμοια ταξινόμηση με τα φωτοβολταϊκά συστήματα):

1. **Διασυνδεδεμένες**, στην περίπτωση που η ενέργεια που παράγεται διατίθεται στο κεντρικό σύστημα ηλεκτρισμού. Σε αυτήν την περίπτωση είναι απαραίτητη η χρήση μετατροπέα.

2. **Αυτόνομες**, στην περίπτωση που η ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται εξ ολοκλήρου για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών του κτιρίου. Σε αυτήν την περίπτωση είναι απαραίτητη η χρήση μετατροπέα αλλά και μπαταρίας για την αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας.

3. **Υβριδικές**, στην περίπτωση που η λειτουργία των ανεμογεννητριών συνδυάζεται με τη χρήση φωτοβολταϊκών ή άλλου ηλεκτροπαραγωγού μέσου.

Από τεχνικής μεριάς, οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε δύο τύπους με βάση τη διάταξη του άξονα τους, ως εξής:

- **Οριζόντιου άξονα**, η οποία αποτελεί και την πλέον συνήθη μορφή, στην οποία επί του οριζόντιου άξονα έχουν πακτωθεί δύο ή τρία πτερύγια. Υπάρχει σαφής επηρεασμός από τη διεύθυνση του ανέμου, γι' αυτό και η κλίση των πτερυγίων προσαρμόζεται κατά περίπτωση ώστε η κλίση τους να είναι κάθετη στη διεύθυνση του ανέμου.
- **Κατακόρυφου άξονα**, όπου ο άξονας περιστροφής είναι κατακόρυφος και δεν επηρεάζονται από τις αλλαγές στη διεύθυνση του ανέμου. Ως εκ τούτου είναι ευκολότερες στην κατασκευή, έχουν μικρό κόστος κατασκευής και μικρό βάρος αλλά έχουν αρκετά πιο χαμηλή απόδοση από αυτές οριζόντιου άξονα γεγονός που έχει περιορίσει τη χρήση τους.

### 3.4 Λέβητας βιομάζας

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. Η χρήση τους, αποτελεί προέκταση της χρήσης τζακιού και συμβατικών θερμαστών (σομπών), ενώ για την εφαρμογή τους απαιτείται η ύπαρξη κεντρικού συστήματος διανομής του ζεστού νερού.

Ως μέσω καύσης, οι σύγχρονοι λέβητες έχουν προσθέσει στα συμβατικά καύσιμα υλικά (ξύλα και πυρηνόξυλα) τη δυνατότητα χρήσης *πελλέτων* και *chips*, τα οποία δεν παράγουν ορατό καπνό και έχουν χαμηλές εκπομπές.

Το σπουδαιότερο 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 \_ Μελέτη περίπτωσης – Πανεπιστημιούπολη Ξάνθης

### 4.1 Χρηματοδότηση

Το έργο στο οποίο αναφερόμαστε ονομάζεται *«Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας»* με ακρωνύμιο *«REUNI»*. Η χρηματοδότηση της παρέμβασης ανέρχεται σε 1,8 εκατομμύρια ευρώ περίπου και η πηγή χρηματοδότησης είναι οι επιχορηγήσεις του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου, των χωρών δηλαδή της Νορβηγίας, Ισλανδίας, Λιχτενστάιν που τον συγκροτούν καθώς και της Νορβηγίας κατά 85%, ενώ το υπόλοιπο 15% προέρχεται από το Εθνικό σκέλος του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων.

Έχει τη δική του αξία να αναφερθούμε στο συγκεκριμένο ταμείο, το οποίο δημιουργήθηκε από χώρες που βρίσκονται εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ως σκοπό έχει να ενισχύσει τις σχέσεις (οικονομικές, εμπορικές, εθνικές) μεταξύ των δύο μερών.

Ο ΕΟΧ ιδρύθηκε την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1994 και από το 2004 προσφέρει χορηγίες στις 15 χώρες που εισήλθαν στην Ε.Ε. εκείνη την περίοδο καθώς και στις χώρες του Ευρωπαϊκού Νότου, την Ισπανία, την Πορτογαλία και την Ελλάδα, σε τομείς που αποσκοπούν στη μείωση των κοινωνικών και οικονομικών ανισοτήτων.

Η χρηματοδότηση έργων όπως το συγκεκριμένο, το οποίο έχει καθαρά περιβαλλοντική αναφορά, έχει να κάνει με τη σχέση αλληλεξάρτησης που συνδέει τις χώρες σχετικά με θέματα περιβαλλοντικής υφής. Ας μην ξεχνάμε πως οι συνέπειες από την μόλυνση και τη ρύπανση δεν αποτελούν ένα στενά εθνικό αλλά ένα υπερεθνικό φαινόμενο, μιας και μπορούν διαδοθούν μέσω των υδάτων και των αέριδων ανάμεσα σε πολλές χώρες.

Σε αυτά τα πλαίσια λοιπόν ανήκει και η συγκεκριμένη χρηματοδότηση, η οποία εντάσσεται στην προγραμματική περίοδο 2009-14. Το συνολικό ποσό που διατέθηκε για έργα τη συγκεκριμένη προγραμματική περίοδο είναι 1,79 δις ευρώ, με το 95% της χρηματοδότησης να προέρχεται από τη χώρα της Νορβηγίας.

Η διάθεση των επιχορηγήσεων, έγινε σε Μη Κυβερνητικούς Οργανισμούς, σε ερευνητικά και ακαδημαϊκά ιδρύματα, όπως επίσης και στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα των χωρών όπως αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι δράσεις των

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

συγκεκριμένων προγραμμάτων, είχαν ως καταληκτική ημερομηνία το τέλος του 2016.

Πέρα από την προστασία του περιβάλλοντος και την πρόληψη της κλιματική αλλαγή, άλλα τομείς οι οποίοι ήταν επιλέξιμοι προς χρηματοδότηση ήταν η έρευνα και οι υποτροφίες, η κοινωνία των πολιτών, η υγεία και το παιδί, η ισότητα των φύλων, η δικαιοσύνη και η πολιτιστική κληρονομιά.

## 4.2 Παρεμβάσεις

Οι παρεμβάσεις χωροθετούνται στο συγκρότημα των εστιών στην περιοχή Κιμμέρια Ξάνθης, το οποίο βρίσκεται σε ιδιόκτητη έκταση του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Ξάνθης

Ο σχεδιασμός της παρέμβασης, στοχεύει σε δύο βασικούς άξονες:

1. Αύξηση χρήσης τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με σκοπό την απόκτηση σχετικής ενεργειακής αυτονομίας του συγκροτήματος.
2. Μείωση εκπομπών των Αερίων του Θερμοκηπίου από τις χρήσεις των εγκαταστάσεων.

Η εφαρμογή των δύο αυτών αξόνων, αφορά στα εξής κτίρια:

1. Στα οκτώ (8) κτίρια που φιλοξενούν τους οικοτρόφους φοιτητές, συνολικής δυναμικότητας 592 δωματίων και επιφάνειας 11.355,74 m<sup>2</sup>.
2. Στο εστιατορίου στο οποίο σιτίζονται οι οικοτρόφοι φοιτητές, ημερήσιας δυναμικότητας 398 ατόμων και επιφάνειας 1.941,21 m<sup>2</sup>.
3. Στο κεντρικό αμφιθεάτρο της Πολυτεχνικής Σχολής της Ξάνθης, με μηνιαία επισκεψιμότητα 550 ατόμων και επιφάνειας 1.941,21 m<sup>2</sup>.
4. Στο κτίριο ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων το οποίο διαθέτει τις υποδομές για την εξυπηρέτηση των προηγούμενων κτιρίων, σε επίπεδο ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης (ZNX).

Η συνολική επιφάνεια όλων των κτιρίων που αναφέρθηκαν ανέρχεται σε 14.819,09 m<sup>2</sup>.

Επειδή η παρούσα εργασία δεν έχει ως σκοπό την παρουσίαση των τεχνικών μερών του έργου, αλλά της επίδρασης που αυτό επέφερε στην κοινότητα και της γενικότερης χρηστικότητας του, δεν γίνεται αναφορά στα τεχνικά του χαρακτηριστικά.



Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

Παρόλα αυτά, για την πληρότητα της παρούσας, παρατίθενται αναλυτικά τα συστήματα που εφαρμόστηκαν στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**.

### 4.3 Στόχοι του έργου

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι δύο βασικοί άξονες πάνω στους οποίους στήθηκε η παρέμβαση, είναι η αύξηση χρήσης τεχνολογιών ΑΠΕ, καθώς και η μείωση των εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου.

Πιο συγκεκριμένα, οι δύο αυτοί στόχοι εξειδικεύονται ως εξής:

- *Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο των προτεινομένων κτιρίων τουλάχιστον κατά 50%.*
- *Μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CO<sub>2</sub> κατά 22,93%.*
- *Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξης του 28,30%<sup>15</sup>.*

Η προστιθέμενη αξία από την εκπλήρωση των παραπάνω στόχων, είναι πολλοί και ιδιαίτερα επωφελής τόσο σχετικά με τη βελτίωση της ποιότητας διαβίωσης των ενοίκων, όσο και σε καθαρούς οικονομικούς όρους.

Πιο συγκεκριμένα, τα πρόσθετα οφέλη που θα προκύψουν με βάση το σχεδιασμό είναι τα εξής:

- *Βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας διαβίωσης των ενοίκων.*
- *Μείωση του λειτουργικού κόστους των κτηρίων, για ενεργειακές δαπάνες με δυνατότητα εναλλακτικής διαχείρισης των εξοικονομούμενων πόρων π.χ. δημιουργία ή/και βελτίωση υποδομών για άτομα με ειδικές ανάγκες (ΑμΕΑ), παροχή ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης για τους τροφίμους των εστιών κλπ.*
- *Βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των κτηρίων, λόγω μείωσης των εκπεμπόμενων αερίων θερμοκηπίου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους.*

---

<sup>15</sup> Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας, Οδηγός επισκέπτη, σελ. 4

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

- *Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των φοιτητών του Δ.Π.Θ. αλλά και των πολιτών της Ξάνθης σε θέματα ΑΠΕ, ενεργειακής αποδοτικότητας και εξοικονόμησης ενέργειας, μέσω στοχευμένων δράσεων ενημέρωσης και διάχυσης των αποτελεσμάτων καθώς και της λειτουργίας κόμβου ενημέρωσης (info kiosk) εντός του campus του Πανεπιστημίου.<sup>16</sup>*

#### 4.4 Παραδοτέα – Αποτελέσματα

Ιδιαίτερης σημασίας αποτελεί το γεγονός πως η εξεταζόμενη περίπτωση δεν αφορά μια απλή έκθεση ιδεών ή μια μελέτη που πρόκειται να εφαρμοστεί, αλλά ένα έργο πλήρως υλοποιημένο το οποίο μπορεί να δεχτεί κριτική για το μέγεθος και την πληρότητα του αποτελέσματος του.

Με βάση λοιπόν τα τεύχη δημοπράτησης του, προκύπτουν τα εξής στοιχεία σχετικά με τα συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που εφαρμόστηκαν στην παρέμβαση τα οποία έχουν ως εξής:

- *Αυτόνομος Φωτοβολταϊκός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 51,48 kWp.*
- *Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών ποδηλάτων με χρήση φωτοβολταϊκής ενέργειας.*
- *Υβριδικός σταθμός βιομάζας / ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση, ψύξη και ZNX με χρήση λέβητα βιομάζας ισχύος 1,15 MW<sub>th</sub>, ηλιακοί συλλέκτες συνολικής καθαρής επιφάνειας 1.713,84 m<sup>2</sup> και ψύκτης απορρόφησης ισχύος 316 kW<sub>c</sub>.*
- *Αυτόνομος αιολικός σταθμός φόρτισης με μικρή Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ελικοειδούς τύπου, ισχύος 1 kW.*
- *Σύστημα αβαθούς γεωθερμίας ισχύος 276 kW<sub>th</sub> και κεντρική κλιματιστική μονάδα για ψύξη, θέρμανση και ZNX του Εστιατορίου της Κοινότητας<sup>17</sup>.*

Με βάση τα πρώτα στοιχεία από την εφαρμογή των νέων συστημάτων που εγκαταστάθηκαν, παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας ο οποίος παρουσιάζει τα

---

<sup>16</sup> Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας, Οδηγός επισκέπτη, σελ. 5

<sup>17</sup> Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

συγκριτικά αποτελέσματα των αρχικών στόχων που είχαν τεθεί κατά την εκπόνηση της μελέτης του έργου για την ενσωμάτωση τεχνολογιών ΑΠΕ στην «Κοινότητα» της Πανεπιστημιούπολης της Ξάνθης και των πρώτων αποτελεσμάτων από τη χρήση τους:

A/A	Δείκτες Παρακολούθησης Προγράμματος	Στόχοι (MWh/year)	Αποτέλεσμα (MWh/year)
1	Εκτιμώμενη συνολική κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας	2.373,61	2.481,64
2	Εκτιμώμενη κατανάλωση ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας	60,34	72,66
3	Εκτιμώμενη κατανάλωση ανανεώσιμης θερμικής ενέργειας (κτίρια)	2.313,27	2.408,98
4	Εκτιμώμενη μείωση ή αποφυγή των εκπομπών CO <sub>2</sub> .	636,41	797,83

#### 4.5 Αποτίμηση της παρέμβασης από την τοπική κοινότητα

Σε έργα τέτοιας κλίμακας και τέτοιας δυναμικής, οι συνέπειες των οποίων κρίνουν σε μεγάλο βαθμό το βαθμό ποιοτικής διαβίωσης των χρηστών των κτιρίων, το σπουδαιότερο ρόλο για την αξιολόγηση των παρεμβάσεων έχουν οι απόψεις των ίδιων των χρηστών παρά οι αριθμοί της στατιστικής και της θεωρητικής επεξεργασίας τους.

Για το σκοπό αυτό, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, έγινε η προσπάθεια να υπάρξει η ανάλογη αποτίμηση του έργου από τους ενοίκους των εστιών. Σε επικοινωνία λοιπόν με δύο οικότροφους φοιτητές, τον Κ.Τ. και τον Γ.Μ., αναφορικά με τη λειτουργία του έργου πληροφορηθήκαμε πως:

*«.....το έργο ακόμα δεν έχει αποδώσει αυτά για τα οποία σχεδιάστηκε. Η θέρμανση και το ζεστό νερό ακόμα ζεσταίνονται με τον παλιό τρόπο (σ.σ. με τον κεντρικό λέβητα πετρελαίου και θερμοσίφωνα στο υπόγειο κάθε κτιρίου αντίστοιχα). Απ' ότι γνωρίζω το έργο έχει τελειώσει, αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει επειδή τα νέα συστήματα δεν μπορούν να συνδεθούν τόσο εύκολα στο παλιό δίκτυο και χρειάζονται επιπλέον εργασίες.»*

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

*«.....στα κτίρια Γ2 και Δ1 έχουν τοποθετηθεί τα φωτοβολταϊκά τα οποία όσο γνωρίζουμε λειτουργούν κανονικά.»*

*«.....αυτό που λειτουργεί σίγουρα και η διαφορά είναι τεράστια είναι το σύστημα θέρμανσης και ψύξης στο εστιατόριο μας και στο αμφιθέατρο. Το καλοκαίρι ήταν απίστευτη η δροσιά ενώ τώρα το χειμώνα η ζέστη το ίδιο.»*

*«.....επίσης έχουν τοποθετηθεί τα συστήματα για την επαναφόρτιση των ποδηλάτων αλλά δεν ξέρουμε αν λειτουργούν μιας και δεν υπήρξε πρόβλεψη για τα ποδήλατα!»*

Αναφορά στο εν λόγω έργο έκανε και σε πρόσφατη συνέντευξη<sup>18</sup> του ο πρόεδρος του Συλλόγου Οικότροφων Φοιτητών Ξάνθης, ο οποίος ανέφερε πως *«Έκαναν έργο για φωτοβολταϊκά 2 εκατ. ευρώ και την ίδια στιγμή πολλές μέρες δεν έχουμε ζεστό νερό . Έχουμε φωτοβολταϊκά στις εστίες και ακόμα λειτουργούμε με τα μπόιλερ.»*

#### **4.6 Τελικά συμπεράσματα**

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, είμαστε σε θέση να απαντήσουμε στα αρχικά ερωτήματα που είχαμε θέσει, για το κατά πόσο η εφαρμογή συστημάτων ΑΠΕ σε δημόσια κτίρια αποτελεί μια εφικτή, λειτουργική και συνάμα αποδοτική επενδυτική τακτική.

Αναμφισβήτητα, πρόκειται για παρεμβάσεις που χαρακτηρίζονται εφικτές, αν όχι για το σύνολο του μείγματος συστημάτων ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν στο παράδειγμα μελέτης, αλλά σίγουρα για κάποιες από αυτές. Η επιλογή του μείγματος, θα εξαρτηθεί κατά βάση από την περιοχή εφαρμογής, αν για παράδειγμα υπάρχει διαθέσιμο γεωθερμικό πεδίο, καθώς και από τον διαθέσιμο ιδιόκτητο χώρο για την εγκατάσταση για παράδειγμα ηλιακών συλλεκτών. Σε κάθε περίπτωση όμως, η χρήση ΑΠΕ είναι εφικτή και ποικίλει απλά το μείγμα των χρησιμοποιούμενων συστημάτων και το μέγεθος της συμμετοχής στην ενεργειακή αυτονομία του κτιρίου.

Από την αποτίμηση που έγινε από τους ενοίκους οι οποίοι δέχτηκαν να μας πουν τις εντυπώσεις τους, καταλήγουμε πως για τη λειτουργικότητα των συστημάτων απαιτείται σωστή προετοιμασία και μελέτη των ιδιαιτεροτήτων κάθε υφιστάμενης περίπτωσης. Αυτό είναι κάτι λογικό και προφανές, αν

<sup>18</sup> Ραδιοφωνική συνέντευξη στο σταθμό Real 97.8, 21-11-2017

σκεφτούμε πως τα συστήματα του παρελθόντος σε σχέση με τα σύγχρονα, θα παρουσιάζουν μια σχετική ασυμβατότητα η οποία θα πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Επίσης, η παλαιότητα των εσωτερικών δικτύων διανομής του ζεστού νερού για θέρμανση και του ΖΝΧ, θα πρέπει να αξιολογηθεί και να αντιμετωπιστεί σε περιπτώσεις που απαιτείται. Και αυτό γιατί σε περίπτωση συνεχών βλαβών, θα κινδυνεύει να βρεθεί σε μερική ή και ολική αχρηστία η νέα επένδυση η οποία χαρακτηρίζεται ως εντάσεως κεφαλαίου και είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

Επίσης, με βάση τα στοιχεία του έργου προκύπτει πως μια επένδυση τέτοιας έκτασης και αντικειμένου, αποτελεί μια αποδοτική επένδυση. Για να αποκτήσουμε μια τάξη μεγέθους, στόχος του έργου τον οποίο και έπιασε, είναι η *αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο των προτεινομένων κτιρίων τουλάχιστον κατά 50%*. Αν αναλογιστούμε πως η ετήσια δαπάνη του συγκροτήματος των εστιών μόνο για την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια ξεπερνούσε τις 150.000<sup>19</sup> ευρώ, χωρίς να εντάσσεται σε αυτό το ποσό και η δαπάνη για προμήθεια πετρελαίου για τη θέρμανση των κτιρίων, συμπεραίνουμε πως πέρα από τη σοβαρή βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του συγκροτήματος, υπάρχει και η αντίστοιχη μείωση στις δαπάνες για ηλεκτρική και θερμική ενέργεια, που καθιστά μια τέτοια επένδυση βιώσιμη.

Τέλος, δεν θα μπορούσαμε να μην αναφερθούμε στις γενικότερες άσχημες συνθήκες που επικρατούν στο κτιριακό συγκρότημα, οι οποίες χρόνο με το χρόνο βαίνουν αυξανόμενες. Δυστυχώς η περίοδος των μνημονίων αφήνει το στίγμα της και εδώ, αφού η χρηματοδότηση για τις απολύτως απαραίτητες συντηρήσεις φαντάζει πολυτέλεια.

Σε άλλα παραδείγματα, έρχεται να προστεθεί και το εξεταζόμενο, μιας και ένα έργο προϋπολογισμού περίπου 1,8 εκατομμυρίων ευρώ, υπολείπεται επειδή δεν υπάρχουν οι πόροι για τις πρόσθετες εργασίες συμβατότητας των νέων συστημάτων με τις υπάρχουσες υποδομές.

---

<sup>19</sup> Πληροφορίες από την Γραμματεία του συγκροτήματος Εστιών Κιμμερίων Ξάνθης

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι \_ Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων ΑΠΕ που εφαρμόστηκαν στο παράδειγμα μελέτης<sup>20</sup>

### 1. Υβριδικός σταθμός λέβητα βιομάζας / Ηλιακών συλλεκτών



Ο υβριδικός σταθμός αποτελείται από ένα συγκρότημα συγκρότημα λέβητα - καυστήρα βιομάζας θερμικής ισχύος 1 MWth και από ηλιακό θερμικό σύστημα επίπεδων ηλιακών συλλεκτών συνολικού εμβαδού καθαρής επιφάνειας 1.702 m<sup>2</sup> (1,3 MWth). Τα υποσυστήματα του υβριδικού σταθμού περιλαμβάνουν ένα σύστημα σύντομης αποθήκευσης θερμικής ενέργειας με δοχεία αποθήκευσης ζεστού νερού χωρητικότητας 40 m<sup>3</sup>, ένα ψύκτη απορρόφησης ψυκτικής ισχύος 90 RT με κατάλληλο πύργο ψύξης, καθώς και δίκτυο σωληνώσεων, ηλεκτρολογικές συνδέσεις και κεντρική μονάδα ελέγχου (SCADA). Ο σταθμός συνδέεται στις υφιστάμενες Η/Μ εγκαταστάσεις του ενεργειακού κέντρου για την μεταφορά και απόδοση θέρμανσης και ψύξης στα κτίρια.

Η συνδεσμολογία των ηλιακών συλλεκτών του πεδίου ακολουθεί την «reverse - return» συνδεσμολογία με σκοπό την επίτευξη υδραυλικής εξισορρόπησης στο

<sup>20</sup> Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας, Οδηγός επισκέπτη, σελ. 7-13

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

δίκτυο των σωληνώσεων. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της στασιμότητας (*stagnation*), το οποίο οδηγεί σε υπερθέρμανση του ηλιακού συστήματος εφαρμόζεται η μεθοδολογία της νυχτερινής ψύξης και επικουρικά υποβοήθηση της ψύξης με χρήση του ψύκτη απορρόφησης και του πύργου ψύξης.

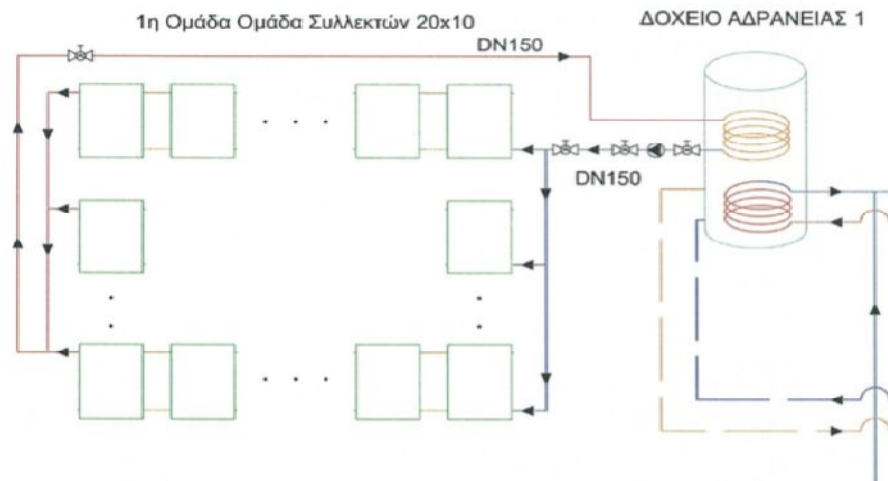
<b>Συγκρότημα λέβητα / καυστήρα</b>	
Μέγιστη ονομαστική θερμική απόδοση	11.520 kW
Ολικός βαθμός απόδοσης	>88%
Μέγιστη πίεση / θερμοκρασία λειτουργίας	6 bar / 100 C
Τύπος λέβητα	Αεραυλωτος, δύο διαδρομών καυσαερίων με οικονομητήρα
Σιλό αποθήκευσης καυσίμου	10 m <sup>3</sup>
Εστία καύσης	Κινούμενων εσχαρίων
Διαχωριστής υπτάμενης τέφρας	Πολυκυκλωνικός
Φίλτρο αποκονίωσης	Πολλαπλών φιλτρώπων

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά Συγκροτήματος λέβητα / καυστήρα

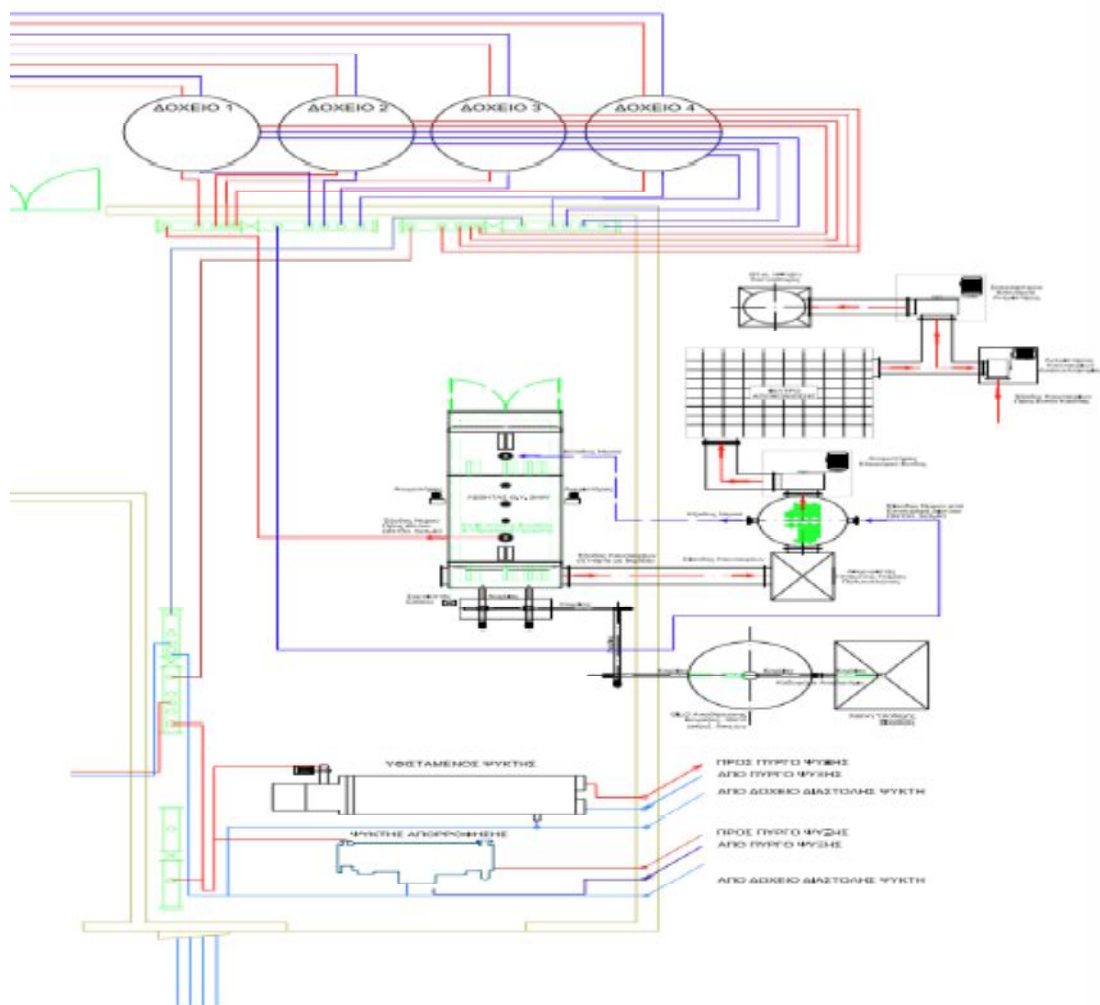
<b>Ηλιακός θερμικός σταθμός</b>	
Τύπος συλλέκτη	Επίπεδος επιλεκτικός
Εμβαδόν συλλεκτών	1.702 m <sup>2</sup>
Βαθμός απόδοσης	79,00%
Συνδεσμολογία	4 ξεχωριστά ηλιακά υποσυστήματα σε reverse-turn
Αποθήκευση	4 δοχεία των 10 m <sup>3</sup>
Στήριξη	Χαλύβδινο γαλβανιζέ σύστημα στήριξης
Δίκτυο σωληνώσεων	Μαύροι χαλυβδοσωλήνες / χαλκοσωλήνες

Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά Ηλιακού θερμικού σταθμού

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Εάνθης



Σχήμα 1. Συνδεσμολογία ηλιακού βρόγχου

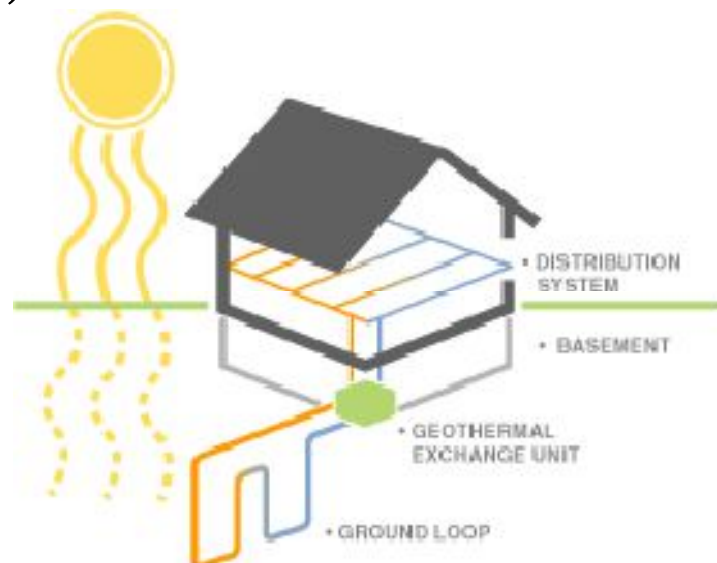


Σχήμα 2. Συνδεσμολογία λέβητα – καυστήρα βιομάζας και ψύκτη απορρόφησης



Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

## 2. Σύστημα αβαθούς γεωθερμίας και Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (Κ.Κ.Μ)



Το σύστημα αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται από δύο γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με ένα γεωεναλλάκτη κατακόρυφων γεωτρήσεων που έχει κατασκευαστεί πλησίον του κτιρίου του Εστιατορίου. Το κτίριο του εστιατορίου είναι εμβαδού 1.012,36 m<sup>2</sup> και υψηλής καθημερινής επισκεψιμότητας (>350 άτομα/ημέρα).

Οι γεωθερμικές αντλίες είναι θερμικής ισχύος 138 kW και ψυκτικής ισχύος 98,1 kW έκαστη με EER 4,33 και COP 6,38 σε συνθήκες EUROVENT.

Ο γεωεναλλάκτης αποτελείται από 30 κάθετες γεωτρήσεις των 100 μέτρων και σωλήνες πολυαιθυλενίου σε σχήμα απλού U-tube διατομής Φ32. Το δίκτυο διανομής είναι από μονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου (PPR-type 3).

Για το ΖΝΧ έχει εγκατασταθεί νέο δοχείο χωρητικότητας 1.500 lt. Η κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) είναι θερμικής ισχύος 140 kW, παροχής 20.000 m<sup>3</sup>/h και με ανάκτηση θερμότητας 50%.

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

### **3. Αιολικός σταθμός φόρτισης ποδηλάτων**



*Ο αιολικός σταθμός αποτελείται από μία (1) μικρή ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα ονομαστικής ισχύος 1 kWp, σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με συσσωρευτές χωρητικότητας 200 Ah, ηλεκτρολογικό εξοπλισμό και έξι θέσεις φόρτισης ηλεκτρικών ποδηλάτων.*

*Η μικρή ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα εκκινεί την λειτουργία της από 3,5 m/s ταχύτητα ανέμου και ο θόρυβος λειτουργίας της στα 5 m/s είναι 41 dBA, καθιστώντας την εν λόγω λύση ιδανική για περιοχές υψηλής δόμησης (αστικό ιστό πόλεων).*

### **4. Αυτόνομος Φωτοβολταϊκός σταθμός**



Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

Ο αυτόνομος φωτοβολταϊκός σταθμός αποτελείται από φωτοβολταϊκά πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου συνολικής ισχύος 50,49kWp, αντιστροφείς, σύστημα στήριξης επί κεραμοσκεπής, σύστημα αποθήκευσης χωρητικότητας 10.560Ah (C120) και λοιπό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό. Ο Φ/Β σταθμός είναι τοποθετημένος στη στέγη των κτιρίων Γ2 και Δ1 των φοιτητικών εστιών και τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια μέρος των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου Γ2.

<b>Αυτόνομος Φωτοβολταϊκός Σταθμός</b>	
Φ/Β πλαίσια	Πολυκρυσταλλικά 255Wp
Αντιστροφείς	Τριφασικοί ισχύος 25kW
Συσσωρευτές	Πλάκας μολύβδου, βαθιάς εκφόρτισης, 2V
Αντικεραυνική προστασία	Απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1+T2 σε πίνακες DC και AC
Φορτιστές	Αντιστροφείς διαμόρφωσης μικροδικτύου 8kW

*Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά Αυτόνομου Φωτοβολταϊκού Σταθμού*

##### 5. Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών ποδηλάτων



Ο σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών ποδηλάτων περιλαμβάνει το μεταλλικό στέγαστρο τύπου πέργκολας με περσίδες, το φωτισμό LED και έξι (6) θέσεις φόρτισης για ηλεκτρικά ποδήλατα. Το μεταλλικό στέγαστρο/πέργκολα βρίσκεται στον ισόγειο ακάλυπτο χώρο δυτικά του κτιρίου Γ2 των φοιτητικών εστιών και

Αειφορία και σχεδιασμός: Η χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων. Το παράδειγμα της Πανεπιστημιούπολης Ξάνθης

*τροφοδοτείται από ηλεκτρική ενέργεια που παράγει το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 50,49kWp. Οι διαστάσεις του είναι 2.00x5.00x2.60 m στεγάζοντας ευρύχωρα τις έξι θέσεις φόρτισης ηλεκτρικών ποδηλάτων. Ο φωτισμός αποτελείται από δύο (2) φωτιστικά στεγανά IP65 που φέρουν λαμπτήρες LED χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης T8 ισχύος 18W. Η φόρτιση των ποδηλάτων γίνεται μέσω κατάλληλων ρευματοδοτών.*

## Πηγές - Βιβλιογραφία

1. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ελένη, *Βιοκλιματικός σχεδιασμός : περιβάλλον και βιωσιμότητα*, University Studio Press, 2006
2. Έκθεση Eurostat, 2010
3. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής, 2014
4. *Οδηγία 2010/31/ΕΕ* του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου
5. ΕΛΣΤΑΤ, 2013
6. *Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος*, ΦΕΚ, 2015
7. Κοτσίρης Γεώργιος, *Θερμική Άνεση*, Ίων, 2007
8. ΥΠΕΚΑ, *Οδικός ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050*, 2012
9. A.J. Marszal and others, *Zero Energy Building - A review of definitions and calculation methodologies*, 2010, μετάφρ. Καββαδίας Διονύσιος
10. Μ. φυτίκας, Ν. Ανδρίτσος, *Γεωθερμία*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004
11. Παύλος Χριστόπουλος, Ευάγγελος Τόπακας, *Βιοτεχνολογική Παραγωγή Βιοκαυσίμων*, Εκδόσεις ΣΕΑΒ, ΚΑΛΛΙΠΟΣ, 2015
12. *Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας*, Οδηγός επισκέπτη,
13. *Η συμβολή των ΑΠΕ στη βιώσιμη ανάπτυξη και λειτουργία του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης Δημιουργία μιας αειφόρου Κοινότητας*, Τεχνική Περιγραφή Μελέτης
14. Διακογιάννης Γιώργος, *Χωροθέτηση μονάδων παραγωγής Ενέργειας από Γεωθερμία. Προτάσεις για την αξιοποίηση των γεωθερμικών πεδίων της Ελλάδας*, Διπλωματική εργασία, 2014
15. Καββαδίας Διονύσιος, *Εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ενεργειακή αυτονομία κατοικίας*, Διπλωματική εργασία, 2017