



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

**«Κτήρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης:
Η περίπτωση του κτηρίου της Δ.Ε.Υ.Α. Λαμίας.»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Α. Μάρκου



ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Νικόλαος Μαμάσης
Νικόλαος Κατσουλάκος
Δημήτριος Δαμίγος

ΑΘΗΝΑ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Μαμάση, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα.

Επίσης, ευχαριστώ τους καθηγητές μου, κ. Νικόλαο Κατσουλάκο και κ. Δημήτριο Δαμίγο, για τις επακοδομητικές τους υποδείξεις και την πολύτιμη συμβολή τους στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στους υπευθύνους της ΔΕΥΑ Λαμίας και ιδίως στον Πολιτικό Μηχανικό κ. Διούσιο Παναγιωτόπουλο προϊστάμενο της Τεχνικής Υπηρεσίας καθώς και στους Μηχανολόγους Μηχανικούς - Ενεργειακούς Επιθεωρητές Σίμο Σίμο και Δημήτρη Μπάτσιαρη, για τη βοήθεια που μου έδωσαν ως προς την συγκομιδή στοιχείων για το συγκεκριμένο έργο.

Τέλος, θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για τη συμπαράσταση και την στήριξή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη	σελ. 5
Abstract	σελ. 6
Κεφάλαιο 1°	
Ενεργειακές καταναλώσεις κτηρίων.....	σελ. 7
1.1 Ο κτηριακός τομέας ως ενεργειακός καταναλωτής.....	σελ. 7
1.2 Κατανάλωση ενέργειας κτηριακού τομέα στην Ελλάδα.....	σελ. 8
1.2.1 Οικιακός τομέας (Νοικοκυριά).....	σελ.10
1.2.2 Μεριδίο κατανάλωσης των κτηρίων του τριτογενούς τομέα.....	σελ.12
1.3 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων στην Ελλάδα.....	σελ.13
1.3.1 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων κατοικιών στην Ελλάδα.....	σελ.13
1.3.2 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων τριτογενούς τομέα στην Ελλάδα.....	σελ.14
1.3.3 Ενεργειακή απόδοση Δημοσίων κτηρίων στην Ελλάδα.....	σελ.15
1.4 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.....	σελ.16
Κεφάλαιο 2°	
Νομοθετικό πλαίσιο, ευρωπαϊκό και εθνικό για την ενέργεια στα κτήρια.....	σελ. 18
2.1 Ευρωπαϊκές Οδηγίες.....	σελ.18
2.2 Εναρμόνιση με την Ελληνική νομοθεσία.....	σελ.19
Κεφάλαιο 3°	
Κτήρια με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (Nearly Zero- - Energy Buildings) (nZEB).....	σελ.22
3.1 Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) ή (nZEB) κτήρια στην Ελλάδα.....	σελ.22
3.2 Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) ή (nZEB) κτήρια Διεθνώς.....	σελ.25
3.2.1 Net Zero Site Energy.....	σελ.27
3.2.2 Net Zero Source Energy.....	σελ.27
3.2.3 Net Zero Energy Costs.....	σελ.28
3.2.4 Net Zero Energy Emissions.....	σελ.28
3.2.5 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθε τύπου (ZEB).....	σελ.29
3.3 Ενεργειακή Απόδοση (ZEB) κτηρίων.....	σελ.30
3.4 Πρωτοβουλίες για τα (ZEB) και (nZEB) κτήρια.....	σελ.30
3.5 Τα προβλήματα στην ανάπτυξη των (ZEB) και (nZEB) κατασκευών.....	σελ.31
Κεφάλαιο 4°	
Το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας ως πρότυπο και ως περίπτωση μετάβασης στα nZEB κτήρια.....	σελ.32
4.1 Στοιχεία Έργου.....	σελ.32
4.2 Γενική Περιγραφή κτηρίου.....	σελ.33
4.3 Τοπογραφία Οικοπέδου.....	σελ.33
4.4 Αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.....	σελ.34
4.4.1 Στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού.....	σελ.35
4.5 Βιοκλιματικό κτήριο ΔΕΥΑ Λαμίας.....	σελ.35
4.5.1 Χρήση αρχών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.....	σελ.35
4.6 Σχεδιασμός του κτηρίου.....	σελ.37
4.6.1 Εξωτερική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας.....	σελ.40
4.7 Βασικά ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτηρίου.....	σελ.42
4.7.1 Σύστημα γεωθερμίας.....	σελ.42
4.7.1.1 Φωτογραφίες από την κατασκευή του συστήματος γεωθερμίας.....	σελ.43
4.7.2 Φωτοβολταϊκοί πίνακες.....	σελ.47
4.8 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου.....	σελ.48
4.8.1 Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης των χώρων.....	σελ.48

4.8.2	Δεδομένα για το σύστημα ψύξης των χώρων.....σελ.	49	
4.8.3	Παρατηρήσεις για την ΨΥΞΗ – ΘΕΡΜΑΝΣΗ του κτηρίου.....σελ.	49	
4.8.4	Δεδομένα για σύστημα αερισμού.....σελ.	50	
4.8.5	Δεδομένα για σύστημα φωτισμού.....σελ.	51	
4.8.6	Δεδομένα για φωτοβολταϊκό σύστημα net-metering.....σελ.	52	
4.8.7	Σύστημα διαχείρισης κτηρίου (BMS).....σελ.	55	
4.9	Αρχικές αντιδράσεις στην κατασκευή του κτίσματος.....σελ.	57	
4.10	Διεθνής αναγνώριση.....σελ.	58	
4.11	Ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου.....σελ.	64	
4.11.1	Χωροθέτηση κτηρίου στο οικοπέδο.....σελ.	64	
4.11.2	Στοιχεία του κτηρίου για τον υπολογισμό.....σελ.	66	
4.11.3	Κλιματικά δεδομένα.....σελ.	68	
4.11.4	Θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου.....σελ.	69	
4.11.5	Ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.....σελ.	70	
4.11.6	Στοιχεία πραγματικών καταναλώσεων.....σελ.	71	
4.11.7	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.....σελ.	72	
Κεφάλαιο 5°			
Εξοικονόμηση ενέργειας από υποδειγματικά κτήρια ΚΣΜΚΕ από τον			
	Διεθνή και τον Ελληνικό χώρο.....σελ.	74	
5.1	Το κτήριο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας.....σελ.	75	
5.2	Το κτήριο Gateway Center στη Νέα Υόρκη.....σελ.	76	
5.3	Το οικολογικό πάρκο γραφείων KARELA OFFICE PARK, στην Παιανία Αττικής.....σελ.	77	
5.4	Το «Crowne Plaza Copenhagen Towers» στην Κοπεγχάγη.....σελ.	78	
5.5	Το «Edge building» στο Άμστερνταμ.....σελ.	79	
5.6	Το «Green Lighthouse» του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης.....σελ.	80	
Κεφάλαιο 6°			
Εξοικονόμηση ενέργειας του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας σε σχέση με			
	συμβατικό κτήριο.....σελ.	81	
6.1	Εξοικονόμηση ενέργειας σύμφωνα με τις πραγματικές καταναλώσεις του κτηρίου.....σελ.	81	
6.1.1	Σύγκριση καταναλώσεων ενέργειας συμβατικού και βιοκλιματικού κτηρίου.....σελ.	81	
6.1.2	Σύγκριση μετά τη χρήση φωτοβολταϊκού συστήματος.....σελ.	82	
6.1.3	Τελική σύγκριση εξοικονόμησης ενέργειας.....σελ.	82	
6.2	Υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας που επιπυγχάνεται με την χρήση φωτοβολταϊκών και γεωθερμίας.....σελ.	83	
6.2.1	Στοιχεία του κτηρίου αναφοράς.....σελ.	84	
6.2.2	Στοιχεία του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας όπως έχει κατασκευασθεί.....σελ.	86	
6.2.3	Σενάριο 1° για το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας χωρίς φωτοβολταϊκά (μόνο με γεωθερμία).....σελ.	89	
6.2.4	Σενάριο 2° για το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας χωρίς γεωθερμία (μόνο με φωτοβολταϊκά).....σελ.	92	
6.2.5	Τελική σύγκριση κτηρίου αναφοράς – υψιστάμενου κτηρίου – 1 ^ο σεναρίου (μόνο με γεωθερμία) – 2 ^ο σεναρίου (μόνο με φωτοβολταϊκά).....σελ.	95	
6.2.6	Συμπεράσματα από τα αποτελέσματα των δύο σεναρίων.....σελ.	96	
Επίλογοςσελ.			97
Κατάλογος Εικόνωνσελ.			99
Κατάλογος Σχημάτωνσελ.			101
Κατάλογος Πινάκωνσελ.			103
Βιβλιογραφίασελ.			104

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υπέρμετρη εκμετάλλευση του ενεργειακού δυναμικού του πλανήτη μας, είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν δυσμενώς τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, με ανάλογες αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Είναι φανερό ότι θα πρέπει να υπάρξουν σημαντικές βελτιωτικές προσπάθειες στην παραγωγή και χρήση της ενέργειας.

Ο κτηριακός τομέας ως ενεργειακός καταναλωτής χρησιμοποιεί μεγάλα ποσά ενέργειας. Για τον λόγο αυτό γίνεται προσπάθεια σε ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο στην κατεύθυνση της εύρεσης λύσεων που οδηγούν σε σημαντική αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Έχουν εκδοθεί αρκετές κοινοτικές οδηγίες με κατευθύνσεις και προδιαγραφές διαδικασιών προκειμένου να ελεγχθεί και να βελτιωθεί ενεργειακά ο κτηριακός τομέας, οι οποίες έχουν εναρμονισθεί με τη Ελληνική νομοθεσία.

Επιδιώκεται η βελτίωση του κτηριακού δυναμικού με την εφαρμογή διαφόρων μέτρων, έχοντας ως στόχο την δημιουργία Κτηρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (Κ.Σ.Μ.Κ.Ε), τα οποία κι αυτά με την σειρά τους θα βελτιώνονται ώστε από καταναλωτές ενέργειας να γίνουν παραγωγοί ενέργειας.

Τα κτήρια αυτά αποτελούν πρότυπα μετάβασης σε μια νέα εποχή ενεργειακής βελτίωσης του κτηριακού δυναμικού σε όλο τον κόσμο.

Τέτοιου είδους κατασκευή, με παγκόσμια αναγνώριση, είναι και το κτήριο που στεγάζει τις δραστηριότητες της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης & Αποχέτευσης Λαμίας.

Στο πλαίσιο της εργασίας έχει γίνει προσπάθεια αναλυτικής παρουσίασης των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων του κτηρίου.

Αναλύονται τα γενικά στοιχεία του, ο βιοκλιματικός του σχεδιασμός, όπως και το σύστημα γεωθερμίας μαζί με τα φωτοβολταϊκά πάνελ που διαθέτει για την παραγωγή ενέργειας.

Ακολουθεί μια γνωριμία με αντίστοιχα υποδειγματικά κτήρια από την Ελλάδα και από το Διεθνή χώρο, που μας δίνει μια τάξη μεγέθους της εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να επιτύχουν τέτοιου είδους κατασκευές.

Στη συνέχεια επιδιώκεται ο προσδιορισμός εξοικονόμησης ενέργειας του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας σε σχέση με συμβατικό κτήριο, σύμφωνα με τις πραγματικές καταναλώσεις.

Τέλος γίνεται υπολογισμός της εξοικονομούμενης ενέργειας του κτηρίου που επιτυγχάνεται με την χρήση φωτοβολταϊκών και γεωθερμίας.

ABSTRACT

The overexploitation of the energy potential of our planet is one of the most important factors that adversely affect the prevailing climatic conditions, with similar negative effects on humans and the environment. It is obvious that there should be significant improvements in energy production and use.

The building sector as an energy consumer uses large amounts of energy. For this reason, efforts are being made at European and global level in the direction of finding solutions that lead to a significant increase in the energy efficiency of buildings.

Several Community directives have been issued with directions and specifications of procedures in order to control and improve the building sector energetically, which have been harmonized with the Greek legislation.

The aim is to improve the building capacity by implementing various measures, aiming at the creation of Nearly Zero Energy Buildings (nZEB), which in turn will be improved to become from energy consumers to energy producers.

These buildings are models for the transition to a new era of energy improvement of building potential around the world.

This type of construction, with global recognition, is the building that houses the activities of the Municipal Water Supply & Sewerage Company of Lamia.

In the context of the work, an attempt has been made to present in detail the characteristics and possibilities of the building.

Its general elements are analyzed, its bioclimatic design, as well as the geothermal system together with the photovoltaic panels that it has for energy production.

Following is an acquaintance with corresponding exemplary buildings from Greece and the International area, which gives us an order of magnitude of the energy savings that can be achieved by such constructions.

The aim is to determine the energy savings of the building of DEYA Lamia in relation to a conventional building, according to the actual consumption.

Finally, the saved energy of the building is calculated, which is achieved with the use of photovoltaics and geothermal energy.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ενεργειακές καταναλώσεις κτηρίων

1.1 Ο κτηριακός τομέας ως ενεργειακός καταναλωτής

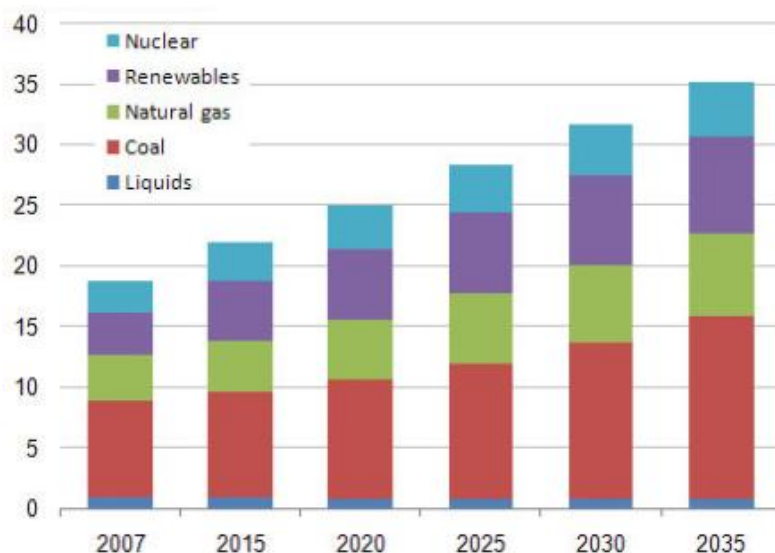
Η εξάρτηση της ανθρωπότητας από διάφορες πηγές ενέργειας αυξάνει συνεχώς στο πέρασμα των αιώνων, ιδιαίτερος στις μέρες που ζούμε, η αύξηση αυτή είναι εκθετική. Η ανησυχητική αυτή τάση για όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας ανατροφοδοτείται συνεχώς από τον τρόπο ζωής που έχουμε υιοθετήσει προκειμένου να καλυφθούν οι όλο ένα και πιο ενεργοβόρες "ανάγκες" μας. Όλες σχεδόν οι δράσεις των ανθρώπων απαιτούν την κατανάλωση μίας τουλάχιστον μορφής ενέργειας.

Δεδομένου ότι περίπου το 75% του πληθυσμού της Ευρώπης ζει στις πόλεις - σύμφωνα με τις στατιστικές της Eurostat [1] - οι αστικές περιοχές της Ε.Ε. συμβάλλουν σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, με τεράστιο αντίκτυπο στην αλλαγή του κλίματος.

Η μεταβολή των κλιματολογικών συνθηκών, η αυξομείωση της τιμής του πετρελαίου και η γεωπολιτική αστάθεια που ακολουθεί, μας δίνει ένα περίγραμμα της δυναμικής που συνοδεύει το σημερινό ενεργειακό τοπίο.

Η προσπάθεια ικανοποίησης οικονομικών και περιβαλλοντικών στόχων όπως και η επίτευξη ενεργειακής ασφάλειας, είναι ζωτικής σημασίας για την σταθερότητα και την βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη της ανθρωπότητας στο μέλλον.

Οι ενέργειες που γίνονται σε αυτή την κατεύθυνση πραγματοποιούνται σε περιβάλλον αβεβαιότητας, καθώς τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας μειώνονται ανησυχητικά, οι αναπτυσσόμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αδυνατούν έως τώρα να τις αντικαταστήσουν, ενώ οι εκπομπές αερίων συνεχίζουν να αυξάνουν.



Σχήμα 1: Χρήση Ενέργειας ανά τομέα μέχρι το 2035. Πηγή OECD

Τα δεδομένα που υπάρχουν σχετικά με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα δημιουργούν προβληματισμό, καθώς ακόμη και με τις πιο αισιόδοξες προβλέψεις υπολογίζεται ότι θα υπάρξει συνεχής ετήσια αύξηση της τάξης του 2% των παγκόσμιων ενεργειακών απαιτήσεων, η οποία προβλέπεται να διπλασιαστεί έως το 2037 και να τριπλασιαστεί μέχρι το 2050. [2]

Είναι φανερό λοιπόν ότι η στόχευση της ανθρωπότητας στην επίλυση των θεμάτων που αφορούν την ενεργειακή αυτονομία με σύγχρονη προσοχή στα ευαίσθητα περιβαλλοντικά θέματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας, πρέπει να συνεχίσει, με ταυτόχρονη αύξηση του ρυθμού και της αποτελεσματικότητας των απαιτούμενων δράσεων.

Ο κύκλος ζωής των κτηρίων βελτιώνεται ουσιαστικά με την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών και υλικών εξοικονόμησης ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να οδηγηθούμε στην μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, προσεγγίζοντας συγχρόνως και τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τις εκπομπές του CO₂ και την μείωση της ενεργειακής της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Τα κτήρια είναι μερικοί από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στον κόσμο, αντιπροσωπεύοντας πάνω από το 30% της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας (IPEEC, 2015) [3].

Γι αυτό και ο κτηριακός τομέας είναι από τους βασικούς υπεύθυνους για την αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων, καθώς το 41% της συνολικής κατανάλωσης στις ΗΠΑ οφείλεται στα κτήρια, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην Ευρώπη προσεγγίζει το 37%.

1.2 Κατανάλωση ενέργειας κτηριακού τομέα στην Ελλάδα

Η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ήταν 17,129 Mtoe το έτος 2012. Οι δύο τομείς με την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας ήταν ο κτηριακός τομέας με 45% (οικιακός και τριτογενής) και ο τομέας των μεταφορών με 37%. (ΥΠΕΚΑ, 2014).

Ο ελληνικός τομέας των κτηρίων έχει έντονο ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα, λόγω χρήσης πρωτογενών υλών, κατανάλωσης φυσικών πόρων και παραγωγής ρύπων και αποβλήτων. [4]

Αυτές οι μεγάλες καταναλώσεις δεν οφείλονται μόνο στις κατασκευές, για τις οποίες μέχρι πρότινος δεν υπήρχε πρόβλεψη για εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και στον ανθρώπινο παράγοντα.

Ο Nguyen, αναφέρει ότι η θέρμανση, η ψύξη, ο εξαερισμός, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό, η χρήση των διαφόρων συσκευών και συνολικά η διαχείριση των κτηρίων έχουν άμεση σχέση με τα άτομα που κατοικούν σε αυτό και την συμπεριφορά τους. « Η απερισκεπτη συμπεριφορά μπορεί να αυξήσει κατά ένα τρίτο την ενεργειακή κατανάλωση, ενώ η προσεκτική και συντηρητική συμπεριφορά μπορεί να εξοικονομήσει ένα τρίτο». [5]

Οι λόγοι στους οποίους οφείλεται το γεγονός ότι τα ελληνικά κτήρια είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα είναι κυρίως: η παλαιότητα και η μη ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνολογιών λόγω έλλειψης σχετικής νομοθεσίας. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν συνήθως είναι:

- ο μερική ή παντελή έλλειψη θερμομόνωσης, καθώς τα περισσότερα κτήρια έχουν κατασκευαστεί πριν από το έτος 1980, ως εκ τούτου παρουσιάζουν

ελλιπή ή καθόλου θερμομονωτική προστασία και ηλεκτρομηχανολογικές (Η/Μ) εγκαταστάσεις με χαμηλές αποδόσεις.

- ο κουφώματα παλαιάς τεχνολογίας
- ο Νότιες και Δυτικές όψεις χωρίς προστασία από τον ήλιο
- ο ανεπαρκής αξιοποίηση του ηλιακού δυναμικού
- ο χαμηλή απόδοση των συστημάτων θέρμανσης – κλιματισμού λόγω παλαιάς τεχνολογίας και ανεπαρκούς συντήρησης.

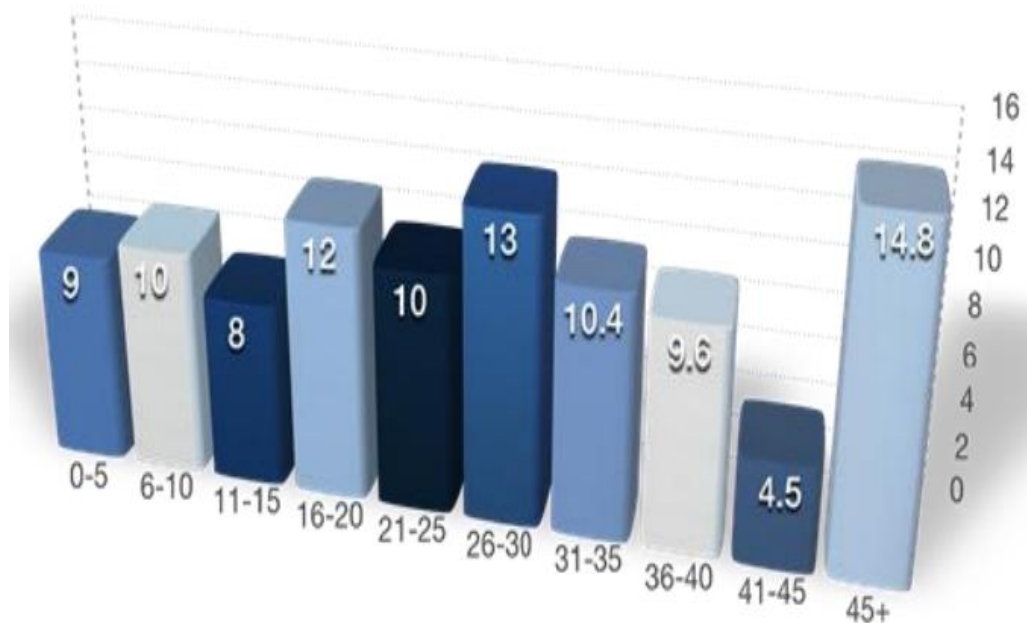
Κατοικίες, δημόσια και εμπορικά κτήρια χρησιμοποιούν ενέργεια κυρίως για θέρμανση και ψύξη χώρων, για παραγωγή ζεστού νερού, ενώ άλλες ενεργειακές χρήσεις είναι αυτή του ηλεκτρικού ρεύματος για συσκευές / εξοπλισμό και για τη λειτουργία των συστημάτων του κτηρίου (ΥΠΕΚΑ, 2014)

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας των κτηρίων εξαρτάται από:

- τον τύπο του κτηρίου
- την περιοχή στην οποία βρίσκεται
- το επίπεδο της οικονομικής δραστηριότητας στην περιοχή του κτηρίου
- τις αυξανόμενες ανάγκες των κατοίκων λόγω του σύγχρονου τρόπου ζωής

Στην Ελλάδα ο εξοπλισμός των κτηρίων δεν πληροί προδιαγραφές υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Ο μέσος όρος ηλικίας των κατοικιών σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ είναι 31 έτη.



Σχήμα 2 : Μέσος όρος ηλικίας κατοικιών σύμφωνα με την απογραφή του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ

Ο ελληνικός κτηριακός τομέας έχει έξι υποτομείς, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Τα νοικοκυριά αντιπροσωπεύουν ποσοστό 84% του συνολικού κτηριακού δυναμικού (72% της συνολικής επιφάνειας). Από το υπόλοιπο 16%, το 3,62% αντιστοιχεί σε γραφεία, καταστήματα, κτήρια εκπαίδευσης, νοσοκομεία και ξενοδοχεία (ΥΠΕΚΑ, 2014).

Πίνακας 1 : Αριθμός κτηρίων και η χρήση τους για τα έτη 2001 και 2011.

Χρήση κτηρίου	Αριθμός κτηρίων	
	Έτος 2001 (ELSTAT)	2011 (TABULA)
Νοικοκυριά	2.755.570	2.468.124 (4.122.088)
Ξενοδοχεία	5.595	8.309
Σχολεία – Κτήρια για εκπαίδευση	16.804	15.576
Νοσοκομεία – Κλινικές	1.961	1.742
Άλλα κτήρια	625.630	625.630
Σύνολο	3.516.657	3.271.931 (4.925.895)

(ΥΠΕΚΑ, 2014).

1.2.1 Οικιακός τομέας (Νοικοκυριά)

Ο ελληνικός οικιακός τομέας αντιπροσωπεύει το 24% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας για το έτος 2013. Η ηλεκτρική ενέργεια αντιστοιχεί στο (40%) περίπου αυτής της ενέργειας, τα προϊόντα πετρελαίου στο (26%), το φυσικό αέριο στο (6%) και οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) στο (26,5%). Το μερίδιο των (ΑΠΕ) αφορά κυρίως βιομάζα (ξύλο που χρησιμοποιούνται σε τζάκια ή φούρνους), ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή και χρήση ζεστού νερού (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Κατά μέσο όρο κάθε νοικοκυριό καταναλώνει 13994KWh κάθε χρόνο για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013). Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας, που καταναλώνεται από τον κτηριακό τομέα είναι σχετικά υψηλό φθάνοντας συνολικά το 65%, που αντιστοιχεί σε 33,894GWh (ΥΠΕΚΑ, 2014).

Πίνακας 2 : Ποσοστιαία κατανομή της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των νοικοκυριών ανά τύπο χρησιμοποιούμενου καυσίμου.

Καύσιμο	Ποσοστό
Πετρέλαιο θέρμανσης	44,1
Φυσικό αέριο	5,4
Απομακρυσμένη θέρμανση (District heating)	0,5
Κηροζίνη	0,3
Πυρήνας (Core)	0,3
LPG	1,8
Ξυλεία	17,4
Pellets (wood pellets)	0,5
Θερμική ενέργεια (Θερμικά ηλιακά συστήματα)	2,9
Ηλεκτρισμός	26,8

Πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013 [6]

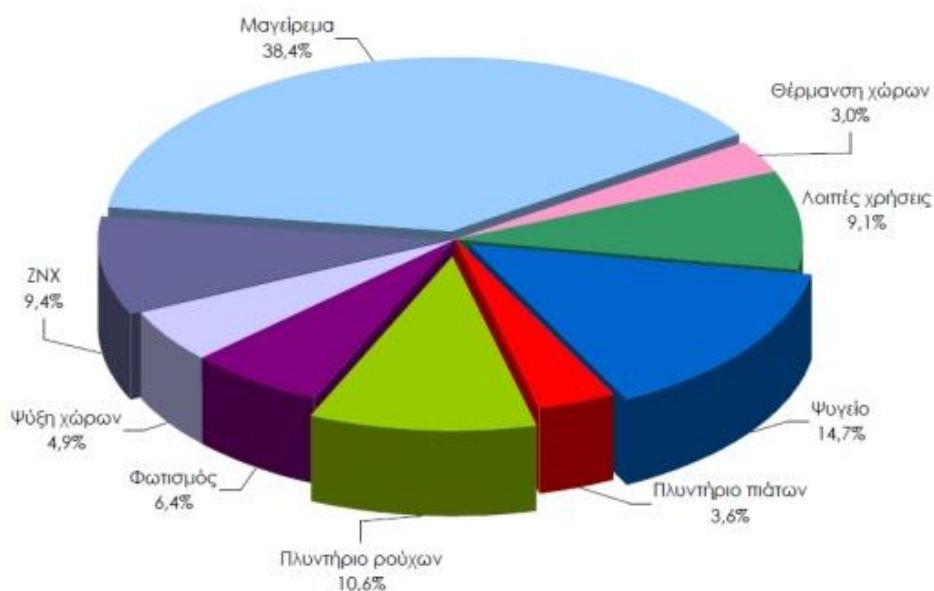
Πίνακας 3 : Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τελική χρήση

Τελική χρήση	Ποσοστό
Θέρμανση χώρων	63,7
Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης	5,7
Μαγείρεμα	17,3
Ψύξη χώρων	1,3
Φωτισμός	1,7
Συσκευές (ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές)	10,2
Σύνολο	100,0

Πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013 [6]



Σχήμα 3 : Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό 2011-2012 . Πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013 [6]



Σχήμα 4 : Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση.
Πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013 [6]

1.2.2 Μερίδιο κατανάλωσης των κτηρίων του τριτογενούς τομέα

Τα κτήρια του τριτογενούς τομέα ακολουθούν τις υψηλές καταναλώσεις ενέργειας του οικιακού τομέα. Συγκρίνοντας την ενεργειακή κατανάλωση των γραφείων για διάφορες ευρωπαϊκές χώρες στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος, EPA-ED, προκύπτει ότι η ενεργειακή κατανάλωση των γραφείων στην χώρα μας είναι συγκριτικά η μεγαλύτερη ανάμεσα στις αναφερόμενες χώρες.

Παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν και για άλλους τύπους κτηρίων του τριτογενή τομέα, (σχολεία, νοσοκομεία κλπ).

Από τα προαναφερθέντα δεδομένα προκύπτει ότι για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα στην Ελλάδα υπάρχει σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. [7]

1.3 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων στην Ελλάδα

$$\text{Βαθμός απόδοσης: } \frac{\text{Ωφέλιμη ενέργεια}}{\text{Καταναλισκόμενη ενέργεια}}$$

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων από τις ενεργειακές επιθεωρήσεις του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας για το έτος 2018 η οποία δημοσιεύθηκε στις 31 Ιανουαρίου 2019 αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων στην Ελλάδα, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

- το **68,88%** κατατάσσεται στην **Ε-Η** ενεργειακή κατηγορία
- το **28,25%** κατατάσσεται στην **Γ-Δ** ενεργειακή κατηγορία
- και μόλις το **2,87%** κατατάσσεται στην **Α-Β** ενεργειακή κατηγορία.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά του έτους 2017, παρατηρείται το ίδιο σχεδόν ποσοστό κατάταξης των κτηρίων στις αντίστοιχες ενεργειακές κατηγορίες, πράγμα που ενισχύει την άποψη ότι η χώρα μας δεν προχωρά στην κατεύθυνση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηριακού της δυναμικού με γοργούς ρυθμούς.



Σχήμα 5 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

1.3.1 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων κατοικιών στην Ελλάδα

Σχετικά με την ενεργειακή κατηγορία των κτηρίων κατοικιών, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό **71,57%** αυτών κατατάσσεται στην **Ε-Η**, το **25,64%** στην **Γ-Δ** και μόλις το **2,79%** στην **Α-Β**.

Για το 2018, οι μονοκατοικίες ήταν πιο ενεργοβόρες με μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 518,69 kWh/m², ενώ τα διαμερίσματα και τα κτήρια των πολυκατοικιών είχαν μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 311,33 kWh/m² και 324,97 kWh/m² αντίστοιχα.

Στις κατοικίες, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας καταναλώνεται για την κάλυψη αναγκών σε θέρμανση (μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε θέρμανση ίση με 250,39 kWh/m²).



Σχήμα 6 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων κατοικιών ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

1.3.2 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων τριτογενούς τομέα στην Ελλάδα

Σχετικά με την ενεργειακή κατηγορία των κτηρίων τριτογενούς τομέα, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών **55,11%** κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία **Ε-Η**, το **41,58%** στην **Γ-Δ** και μόλις το **3,31%** στην **Α-Β**.

Τα κτήρια με την μεγαλύτερη κατανάλωση στον τριτογενή τομέα για το έτος 2018 ήταν τα κλειστά γυμναστήρια και τα κλειστά κολυμβητήρια με μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 1.209,63 kWh/m² και 1.156,58 kWh/m² αντίστοιχα, ενώ ακολουθούσαν τα καφενεία με μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 1.021,16 kWh/m².

Στα κτήρια αυτής της κατηγορίας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας καταναλώθηκε για την κάλυψη αναγκών σε θέρμανση (μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε θέρμανση ίση με 188,04 kWh/m²).



Σχήμα 7 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων τριτογενούς τομέα ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

1.3.3 Ενεργειακή απόδοση Δημοσίων κτηρίων στην Ελλάδα

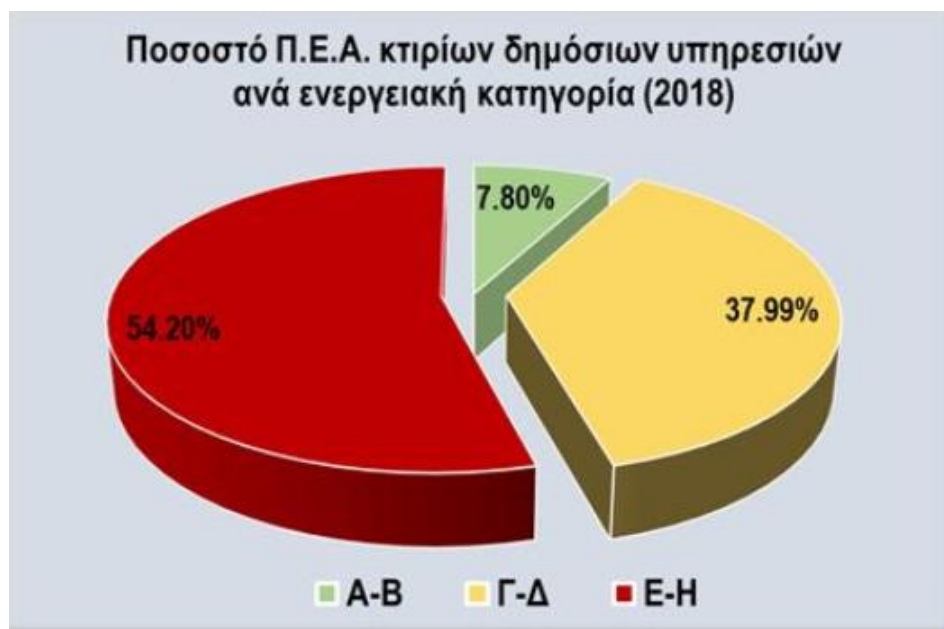
Ο δημόσιος τομέας αντιπροσωπεύει μερίδιο 5% του τριτογενούς τομέα και χρησιμοποιεί παλαιά και νέα κτήρια, ο αριθμός των οποίων εκτιμήθηκε το 2007 στις 200.000. Τα κτήρια αυτά έχουν μεγάλη διαφοροποίηση στα χαρακτηριστικά τους καθώς κατασκευάστηκαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους με σκοπό την κάλυψη διαφορετικών αναγκών σε σχέση με αυτές που καλούνται να εξυπηρετήσουν στις μέρες μας.

Σχετικά με την ενεργειακή κατηγορία των δημοσίων κτηρίων, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό **54,20%** αυτών κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία **Ε-Η**, το **37,99%** στην ενεργειακή κατηγορία **Γ-Δ** και μόλις το **7,80%** στην **Α-Β**.

Τα δημόσια κτήρια με τις μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες για το έτος 2018 ήταν τα ινστιτούτα γυμναστικής, τα κλειστά γυμναστήρια και τα κλειστά κολυμβητήρια.

Η μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης ήταν ίση με 169,76 kWh/m².

Ανιστόχως για τον φωτισμό απαιτήθηκαν 128,82 kWh/m² πρωτογενούς ενέργειας. [8]



Σχήμα 8 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων δημοσίων υπηρεσιών ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

1.4 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

Η εφαρμογή δράσεων ενεργειακής απόδοσης και η ανάπτυξη αποδοτικών τεχνολογιών στον οικοδομικό τομέα μπορεί να αποφέρει εξοικονομήσεις έως το 2040 σε τελική χρήση ενέργειας έως 250 Mtoe [9].

Τα οφέλη περιλαμβάνουν χαμηλότερο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων για επιχειρήσεις και νοικοκυριά, χαμηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και άλλους ρύπους και αυξημένη αξιοπιστία στην κάλυψη της ζήτησης ενέργειας χωρίς δαπανηρές υποδομές και διακοπές.

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να επιφέρει οφέλη σε διάφορες διαστάσεις (οικονομία, κοινωνία, περιβάλλον και κλίμα). Η επίτευξη αυτού του στόχου στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό σε σημαντικές επενδύσεις, πράγμα που σημαίνει ότι αναμένεται θετικός αντίκτυπος σε διάφορα μακροοικονομικά μεγέθη της οικονομίας (απασχόληση, προστιθέμενη αξία) και παράλληλα περιορισμός της σχετικής δαπάνης των επιχειρήσεων και των νοικοκυριών για ενέργεια. Έτσι βελτιώνεται η ανταγωνιστικότητα και τα διαθέσιμα εισοδήματα.

Τα οφέλη είναι σημαντικά και για την ενεργειακή ασφάλεια των δικτύων, τα οποία θα είναι σε θέση να εξυπηρετούν τη ζήτηση ευκολότερα. Παράλληλα, η βελτίωση της αποδοτικότητας είναι σημαντικό εργαλείο για τον περιορισμό της ενεργειακής φτώχειας. [10]



Σχήμα 9 : Τα οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης [11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Νομοθετικό πλαίσιο, ευρωπαϊκό και εθνικό για την ενέργεια στα κτήρια

2.1 Ευρωπαϊκές Οδηγίες

Οι **Ευρωπαϊκές Οδηγίες** που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αφορούν στην ενεργειακή απόδοση είναι:

- **Οδηγία 2002/91:** για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων [12]
- **Οδηγία 2006/32/ΕΚ:** για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες [13]
- **Οδηγία 2010/31/ΕΕ:** για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ) [14]
- **Οδηγία 2012/27/ΕΚ:** για την ενεργειακή αποδοτικότητα [15]

Σύμφωνα με τις οδηγίες αυτές ο κτηριακός τομέας έχει σημαντικό ρόλο στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση και γίνεται προσπάθεια ώστε να επιτευχθεί η βελτίωση των κτηρίων στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης.

2.2 Εναρμόνιση με την Ελληνική νομοθεσία

Σε αυτό το πλαίσιο, η χώρα μας, δρομολόγησε τις απαραίτητες διαδικασίες ώστε να επιτευχθεί η εναρμόνιση των ανωτέρω οδηγιών στην εθνική νομοθεσία.

Πίνακας 4 : Εναρμόνιση Εθνικής νομοθεσίας με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες[16]

Ευρωπαϊκές Οδηγίες	Εθνική νομοθεσία
	1980: Κανονισμός Θερμομόνωσης 2000: Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)
Οδηγία 2002/91	2008: Ν. 3661/2008 2010: Ν. 3851/2010 2010: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) 2010: Π.Δ. Ενεργειακών Επιθεωρητών
Οδηγία 2006/32	2008: Υ. Α. για τα δημόσια κτήρια 2008: 1° ΕΣΔΕΑ (Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης) 2010: Ν. 3855/2010 2011: Υ. Α. για τις ESCOs 2011: 2°ΕΣΔΕΑ
Οδηγία 2010/31	2013: Ν. 4122/2013
Οδηγία 2012/27	2015: Ν. 4342/2015

Στην κατεύθυνση της Κοινοτικής Οδηγίας **91/202/ΕΚ** για την Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων.

Η εναρμόνιση αυτή έγινε με το **Ν.3661/2008** (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτηρίων και άλλες διατάξεις».

Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (**Κ.Εν.Α.Κ.**) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Η τροποποίηση της **91/2002/ΕΚ** έγινε από την οδηγία **31/2010/ΕΕ** και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου **4122/2013** (ΦΕΚ Α' 42)

«Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία **2010/31/ΕΕ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο (Κ.Εν.Α.Κ.) είχε εγκριθεί με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ (ΦΕΚ Β´ 407) και αντικαταστάθηκε από την Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30.06.2017 απόφαση των Υπουργών Οικονομικών, Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΦΕΚ Β´ 2367/12.07.2017).

«Μέσω του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) γίνεται η προσπάθεια διαμόρφωσης του κτηριακού δυναμικού της χώρας μας βάσει των σύγχρονων αιτήσεων διαβίωσης, έχοντας πλέον καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας.

Έτσι λοιπόν, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες.

Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας». [17]

Η **Οδηγία 2010/31/ΕΕ** αποτέλεσε μία από τις σημαντικότερες νομοθετικές πράξεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην κατεύθυνση της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ευρώπη.

Ένας βασικός πυλώνας της Οδηγίας για την επίτευξη μακροπρόθεσμων στόχων στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, είναι και τα κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (nZEB).

Στο άρθρο 9 (παρ. 3) αναφέρεται ότι:

*«α) έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτήρια, να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και
β) μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2018 τα νέα κτήρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους, να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.»*

Ο **Νόμος 3855/2010** «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις», αποτελεί εναρμόνιση με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ.

Με βάση την απαίτηση της Οδηγίας 2006/32/ΕΚ, θεσπίστηκε **Εθνικός Ενδεδεικτός Στόχος εξοικονόμησης ενέργειας** της τάξης του **9%** μέχρι το 2016, σε όλους τους τομείς (νοικοκυριά, επιχειρήσεις βιομηχανία, μεταφορές, κλπ).

Η Οδηγία 2006/32/ΕΚ, καταργήθηκε από την **Οδηγία 2012/27/ΕΕ** που τέθηκε σε ισχύ τον Δεκέμβριο του 2012.

Η εναρμόνιση της **Οδηγίας 2010/31/ΕΕ** με το εθνικό δίκαιο έγινε με **N.4122/2013** για την Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων.

Η **Οδηγία 2012/27/ΕΕ** εναρμονίστηκε στο εθνικό δίκαιο με το **N.4342/2015** (9 Νοεμβρίου 2015) «για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ».

Το άρθρο 5 της **Οδηγίας 2012/27/ΕΕ** (κατ' αντιστοιχία με το άρθρο 7 του Ν.4342/2015), αφορά στον υποδειγματικό ρόλο των κτηρίων του δημόσιου τομέα, για την ανακίνηση του 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή και ψυχόμενων κτηρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκηση.

Στο πλαίσιο του άρθρου 6 του ίδιου Νόμου, και σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 4 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ, η χώρα μας προχώρησε σε πρώτη και δεύτερη έκδοση έκθεσης με τίτλο «Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του κτηριακού αποθέματος που αποτελείται από κατοικίες και εμπορικά κτήρια, δημόσια και ιδιωτικά». [18] Η έκθεση, μεταξύ άλλων, υπογραμμίζει τη σπουδαιότητα του τομέα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτηρίων, με έμφαση στη μακροπρόθεσμη θεώρηση των επενδύσεων για την ανακαίνιση του κτηριακού αποθέματος.

Η εξέλιξη της ευρωπαϊκής όπως και της ελληνικής νομοθεσίας στους τομείς εξοικονόμησης ενέργειας και της συνεχούς αύξησης της ενεργειακής απόδοσης των κατασκευών, οδηγεί στην δημιουργία των Κτηρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (**ΚΣΜΚΕ**) ή αλλιώς τα (nZEB) κτίρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Κτήρια με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (Nearly Zero-Energy Buildings) (nZEB)



3.1 Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) ή (nZEB) κτήρια στην Ελλάδα

Ο ορισμός ενός κτηρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να δοθεί σύμφωνα με την κοινοτική Οδηγία 2010/31/ΕΕ (άρθρο 2) ως εξής:

«Κτήριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» είναι ένα κτήριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτηρίου.

Είναι φανερό ότι ο ορισμός προσπαθεί να συμπεριλάβει τα πορίσματα διαφόρων προτάσεων και νομοθετημάτων, καθώς υπάρχουν διάφορες απόψεις σχετικά με τα θέματα που σχετίζονται με την ενέργεια και τα κτήρια.

Συχνά μπορεί να υπάρξει σύγχυση με άλλα είδη όπως τα «πράσινα κτήρια» ή τα «έξυπνα κτήρια». Είναι λογικό ότι η ενσωμάτωση ενός κτηρίου σε μια κατηγορία δεν αποκλείει και την ένταξή του σε κάποια άλλη. Δηλαδή ένα κτήριο «σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης

ενέργειας» πιθανότατα θα είναι και «έξυπνο κτήριο» συγχρόνως, αυτό όμως δεν συνεπάγεται ότι όλα τα έξυπνα κτήρια θα μπορούν να χαρακτηρίζονται ως κτήρια «nZEB».[19],[20],[21].

Προκειμένου για κτήρια ενεργειακής κατηγορίας **A+** η ενδεικτική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας προκύπτει από τους πίνακες που ακολουθούν:

Πίνακας 5: Εύρος τιμών ενεργειακών καταναλώσεων για τις ενεργειακές κατηγορίες B μέχρι και A+ (κατοικία)

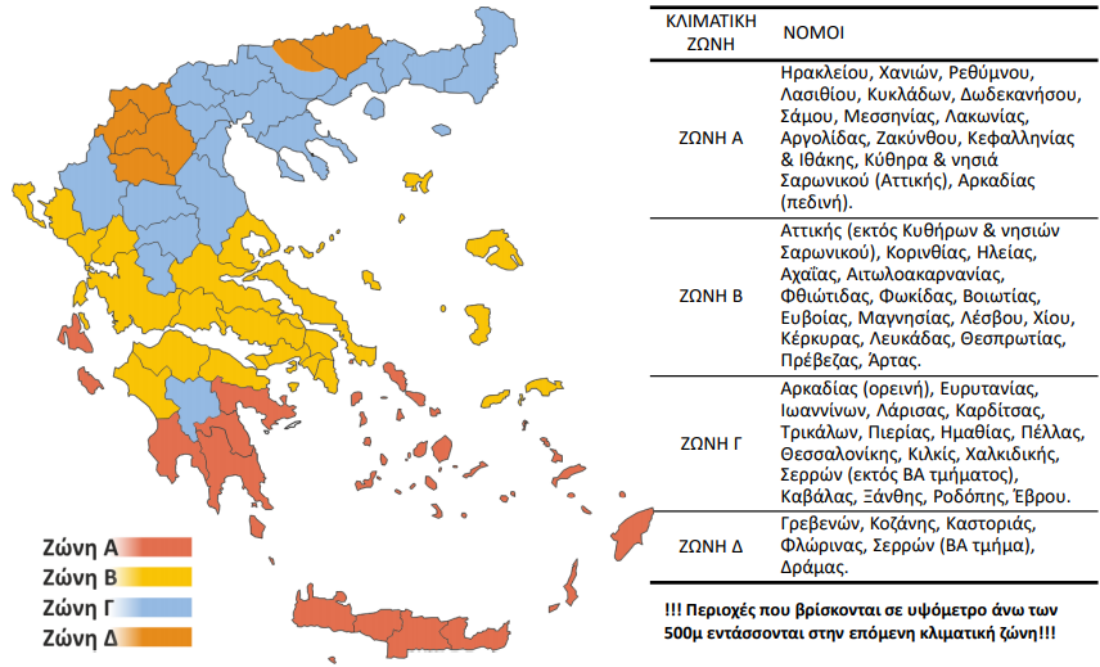
Ενεργειακή κατηγορία	Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίων κατοικίας ανά Κλιματική Ζώνη			
	A	B	Γ	Δ
A+	13 - 28	14 - 29	15 - 46	17 - 36
A	26 - 39	28 - 45	26 - 57	67 - 94
B+	42 - 63	48 - 75	62 - 103	60 - 118
B	60 - 92	70 - 109	93 - 141	89 - 171

Πίνακας 6: Εύρος τιμών ενεργειακών καταναλώσεων για τις ενεργειακές κατηγορίες B μέχρι και A+ (τριτογενής τομέας)

Ενεργειακή κατηγορία	Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίων τριτογενούς τομέα ανά Κλιματική Ζώνη			
	A	B	Γ	Δ
A+	53 - 70	31 - 71	50 - 55	30
A	48 - 96	65 - 93	75 - 107	67-82
B+	105 - 161	98 - 153	113- 143	105 - 156
B	149 - 216	167 - 221	161 - 209	149 - 211

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι η ενδεικτική τιμή κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή κατηγορία A+ κυμαίνεται:

- από 13 έως 46 kWh/m² a για τις κατοικίες
- από 30 έως 71 kWh/m² a για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα. [22]



Σχήμα 10 : Κ.Εν.Α.Κ. – κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για τις υφιστάμενες μονοκατοικίες στην ενεργειακή κατηγορία **A+** κυμαίνεται από **34 – 94 kWh/m² a**, ενώ για τις νέες μεταξύ **34 - 58 kWh/m² a**. Επίσης, στις υφιστάμενες πολυκατοικίες η ενεργειακή κατηγορία **A+** κυμαίνεται από **25 – 51 kWh/m² a**, ενώ για τις νέες από **28 - 51 kWh/m² a**. [22]

Αντίστοιχα για τα υφιστάμενα κτίρια του τριτογενούς τομέα η ενεργειακή κατηγορία **A+** κυμαίνεται από **75 – 90 kWh/m² a**, ενώ για τα νέα μεταξύ **75 - 79 kWh/m² a**. [22]

Ο ορισμός των Κτηρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (**ΚΣΜΚΕ**) μέσω της ενεργειακής κατηγορίας **A+** διασφαλίζει και την υψηλή διεϊσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στον σχεδιασμό τους.

Προτείνεται η κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) να γίνεται με χρήση ηλιακών συλλεκτών σε μεγάλο ποσοστό (πάνω από 60%).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, επιλέγονται τα εξής όρια για τα (**ΚΣΜΚΕ**):

α) Για τις νέες κατοικίες, ανώτατο όριο χρήσης πρωτογενούς ενέργειας **80 kWh/m² a**, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας **60%**.

β) Για τις υφιστάμενες κατοικίες, ανώτατο όριο χρήσης πρωτογενούς ενέργειας **95 kWh/m² a**, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας **50%**.

γ) Για τα νέα κτίρια τριτογενούς τομέα, ανώτατο όριο χρήσης πρωτογενούς ενέργειας **85 kWh/m² a**, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας **20%**.

δ) Για τα υφιστάμενα κτίρια τριτογενούς τομέα, ανώτατο όριο χρήσης πρωτογενούς ενέργειας **90 kWh/m² a**, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας **15%**. [22]

3.2 Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) ή (nZEB) κτήρια Διεθνώς

Υπάρχουν πολλές απόψεις και προτάσεις της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας σχετικά με τον ορισμό των nZEB κτηρίων τόσο εντός των ορίων της ΕΕ όσο και εκτός αυτών. [23]

Κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας

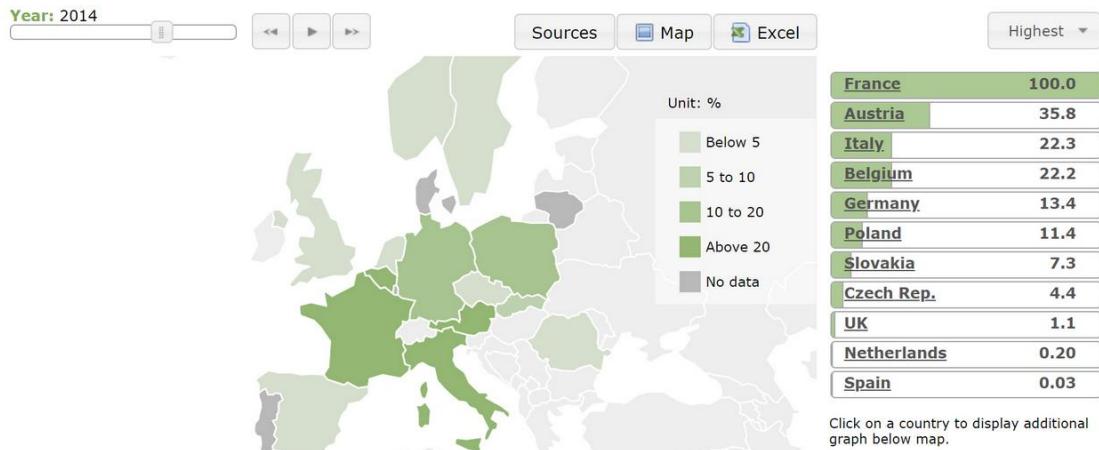
Κριτήρια από άλλες Ευρωπαϊκές χώρες:

➤ Τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με τους εθνικούς ορισμούς των 'Κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας' - kWh/m²

ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ					
Κατοικία	45	40-65	42	50-65	50
Διαμέρισμα	37	40-60	42	50	n/a
Μη οικιακό κτίριο	37-50	30-75	42	60-158	95-151

Σχήμα 11 : Κριτήρια nZEB από άλλες Ευρωπαϊκές Χώρες[23]

Αρκετές κυβερνήσεις έχουν θεσπίσει φιλόδοξες πολιτικές και στόχους ώστε τα κτήρια μηδενικής ενέργειας (ZEBs) να καταστούν η νέα πραγματικότητα στην κατασκευή νέων κτισμάτων.



Σχήμα 12 : Μερίδιο νέων κατοικιών που χτίστηκαν σύμφωνα με τον εθνικό ορισμό του nZEB ή καλύτερο από το nZEB. Πηγή: Zebra2020 [24]

Χρησιμοποιούνται διάφοροι όροι για την περιγραφή αυτών των κτηρίων πολύ χαμηλής ενέργειας, όπως:

- κτήρια μηδενικής ενέργειας (Zero Energy Buildings),
- κτήρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας (Nearly Zero Energy Buildings),
- κτήρια καθαρής μηδενικής ενέργειας (Net Zero Energy),
- κτήρια καθαρής θετικής ενεργειακής κατανάλωσης (Net Plus Energy Buildings),
- κτήρια μηδενικού άνθρακα (Zero Carbon),
- κτήρια μηδενικής ενέργειας (Zero Energy),
- κτήρια μηδενικού καθαρού άνθρακα (Zero Net Carbon) και
- κτήρια μηδενικής καθαρής ενέργειας (Zero Net Energy).

Παρά τις μικρές διαφορές στα ονόματα, όλα αυτά τα κτήρια στοχεύουν στον μηδενισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας και των ρύπων που εκπέμπονται.

Επιπλέον, όποια ενέργεια καταναλώνεται μέσα στο κτήριο θα αντισταθμίζεται από ανανεώσιμες πηγές, συνήθως επί τόπου.

Το πρόβλημα είναι το γεγονός ότι οι διάφορες πρωτοβουλίες έχουν άλλο ορισμό σχετικά με τον καθορισμό του «μηδέν» και γι αυτό καθίσταται δυσχερής η άμεση σύγκριση των συστημάτων.

Συνήθως το χρονικό διάστημα αναφοράς στο οποίο εξετάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου είναι ένα ημερολογιακό έτος. Είναι λοιπόν φανερό ότι ο τρόπος με τον οποίο χαρακτηρίζεται ένα κτήριο δεν είναι πάντα απόλυτος καθώς υπάρχει σημαντική εξάρτηση από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες στην περιοχή του κτηρίου σε κάθε χρονική περίοδο αναφοράς.

Έτσι λοιπόν κτήρια που χρησιμοποιούν σημαντικό πλήθος φωτοβολταϊκών συλλεκτών, έστω και αν έχουν σχεδιαστεί ως κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB), είναι πιθανόν να εμφανίσουν μηδενικό ενεργειακό ισοζύγιο (ZEB) σε χρονίες που επικρατούν ιδιαίτερα αυξημένα επίπεδα ηλιοφάνειας.

Περαιτέρω κατηγοριοποίηση μπορεί να γίνει ανάλογα με τον τόπο παραγωγής της ενέργειας με ανανεώσιμες πηγές (επί τόπου στο κτήριο, σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή με την ενέργεια να μεταφέρεται μέσω κάποιου δικτύου μεταφοράς κλπ.). [25]

Οι διάφορες προσεγγίσεις του όρου (ZEB) οφείλονται και στο γεγονός ότι ο κάθε ενδιαφερόμενος που συσχετίζεται με το κτήριο επιδιώκει διαφορετικούς στόχους και εστιάζει σε διαφορετικά σημεία.

Επί παραδείγματι, ο ιδιοκτήτης του κτηρίου ενδιαφέρεται κυρίως για το κόστος της εγκατάστασης και για το χρόνο απόσβεσης.

Οι κρατικοί οργανισμοί εστιάζουν στα εθνικά νούμερα με στόχο να καλύψουν τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή άλλων Οργανισμών.

Οι μηχανικοί επιδιώκουν τη μεγαλύτερη δυνατή αυτονομία του κτηρίου τοποθετώντας περισσότερες τεχνολογίες ΑΠΕ πάνω στο κτήριο, ενώ οι οικολογικές οργανώσεις εστιάζουν στην εκπομπή ρύπων.

Έτσι έχουν προταθεί οι ακόλουθοι τέσσερις διαφορετικοί ορισμοί για το ZEB

3.2.1 Net Zero Site Energy

Ένα site ZEB παράγει τουλάχιστον όση ενέργεια χρειάζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους από ΑΠΕ εγκατεστημένες στην τοποθεσία του κτηρίου.

Στις τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με βάση τον ορισμό περιλαμβάνονται τα φωτοβολταϊκά, οι ηλιακοί συλλέκτες, μικρή ανεμογεννήτρια, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ενέργεια που παράγεται κοντά στην τοποθεσία του κτηρίου όπως φωτοβολταϊκά σε χώρους στάθμευσης, υδροηλεκτρική ενέργεια κλπ.

Μειονέκτημα αυτού του ορισμού μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός ότι δε λαμβάνει υπόψη τους συντελεστές μετατροπής της καταναλισκόμενης ενέργειας σε πρωτογενή. Δηλαδή, η ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια και η ενέργεια από φυσικό αέριο που χρησιμοποιεί το κτήριο θεωρούνται ισοδύναμες, όμως η αξία της ηλεκτρικής ενέργειας είναι τρεις φορές μεγαλύτερη.

Επομένως, σε κτήρια με εκτεταμένη χρήση φυσικού αερίου θα πρέπει να έχουμε και μεγάλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για να αντισταθμιστεί αυτό το μειονέκτημα, με συνέπεια το site ZEB να απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό και εξοπλισμό, πράγμα που σημαίνει μεγαλύτερο κόστος για την κατασκευή του. Ωστόσο, το site ZEB είναι το είδος που επηρεάζεται λιγότερο από εξωτερικούς παράγοντες και έτσι αποτελεί το πιο πλήρες μοντέλο ZEB.

Επιπλέον, οι μετρήσεις επαληθεύονται εύκολα στην τοποθεσία του κτηρίου, σε αντίθεση με άλλα είδη ZEB.

3.2.2 Net Zero Source Energy

Ένα source ZEB παράγει τουλάχιστον όση πρωτογενή ενέργεια χρειάζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Ο υπολογισμός της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιεί ένα κτήριο, προκύπτει πολλαπλασιάζοντας την εισερχόμενη και εξερχόμενη ενέργεια με τους αντίστοιχους συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή για κάθε μορφή ενέργειας.

Με αυτόν τον τρόπο εκμεταλλεύεται την αξία της ηλεκτρικής ενέργειας, η αξία της οποίας είναι τριπλάσια από το συντελεστή του φυσικού αερίου.

Έτσι σε αυτό το μοντέλο ZEB μπορεί να γίνεται εκτεταμένη χρήση φυσικού αερίου, γεγονός που ίσως το απομακρύνει από τον αρχικό στόχο που είναι όλη η ενέργεια που χρησιμοποιεί το κτήριο να παράγεται από ΑΠΕ.

3.2.3 Net Zero Energy Costs

Σε ένα cost ZEB, το ποσό των χρημάτων που πληρώνει η εταιρία παραγωγής ενέργειας στον ιδιοκτήτη για την εξερχόμενη από το κτήριο ενέργεια πρέπει να είναι ίσο με το ποσό που πληρώνει ο ιδιοκτήτης στην εταιρία για την εξυπηρέτηση και για την ενέργεια που αγοράζει όλο το έτος.

Είναι ένα μοντέλο ZEB εύκολο στην εφαρμογή και στη μέτρηση, που απαιτεί ωστόσο την ύπαρξη μετρητικών διατάξεων και κατάλληλων διαδικασιών στο θέμα των χρεώσεων.

3.2.4 Net Zero Energy Emissions

Σε ένα emissions ZEB, παράγεται τουλάχιστον τόση ανανεώσιμη ενέργεια χωρίς εκπομπές όση χρησιμοποιεί από πηγές ενέργειας που παράγουν εκπομπές, δηλαδή η εκπομπή ρύπων από τη χρήση συμβατικών καυσίμων ανισοσταθμίζεται από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Οι εκπομπές ρύπων ενός τέτοιου κτηρίου υπολογίζονται για την πηγή της ενέργειας και όχι για την ενέργεια στη θέση του κτηρίου.

Για να προσδιοριστούν οι εκπομπές ρύπων εκτός του κτηρίου, πολλαπλασιάζεται η χρησιμοποιούμενη ενέργεια από το κτήριο με ένα συντελεστή εκπομπών που συυπολογίζει τους ρύπους από την μεταφορά αλλά και την παραγωγή της ενέργειας.

Αυτό είναι το πιο ολιστικό μοντέλο αξιολόγησης και μείωσης των επιπτώσεων της ενέργειας που χρησιμοποιείται, καθώς συυπολογίζει τη ρύπανση και τις εκπομπές σε διαφορετικά καύσιμα, όπως και σε διαφορετικές περιοχές. [26]

Πίνακας 7 : Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκυσόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO₂/kW)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

3.2.5 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθε τύπου (ZEB)

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τύπου ZEB παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 8 : Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τύπου ZEB

Ορισμός	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Παρατηρήσεις
Site ZEB	Εύκολο στην εφαρμογή. Επαληθεύσιμες μετρήσεις στην τοποθεσία του. Συντηρητική προσέγγιση στην επίτευξη ZEB Οι εξωτερικοί παράγοντες δεν το επηρεάζουν πολύ. Εύκολο στην κατανόησή του. Ενισχύει τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό.	Απαιτεί περισσότερα Φ/Β πάνελ. Δεν περιλαμβάνει όλα τα λειτουργικά έξοδα. Δεν εξισώνει τις μορφές ενέργειας. Δεν λαμβάνονται υπόψη οι ρύποι που παράγονται από κάθε μορφή ενέργειας.	
Source ZEB	Εξισώνει τις διάφορες μορφές ενέργειας με βάση την πρωτογενή. Καλύτερο μοντέλο όσον αφορά το εθνικό σύστημα. ZEB που δημιουργείται σχετικά εύκολα.	Δε λαμβάνει υπόψη τους ρύπους που παράγει κάθε μορφή ενέργειας. Δε λαμβάνει υπόψη όλο το κόστος της ενέργειας. Οι υπολογισμοί σε πρωτογενή ενέργεια είναι πολύ μεγάλοι. Δεν εστιάζει πολύ στον ενεργειακό σχεδιασμό.	Απαιτούνται συντελεστές μετατροπής καταναλισκόμενης ενέργειας σε πρωτογενή που απαιτούν αρκετές πληροφορίες για να καθοριστούν.
Cost ZEB	Εύκολο στην εφαρμογή και στην μέτρηση. Οι νόμοι της αγοράς έχουν ως αποτέλεσμα μια καλή ισορροπία μεταξύ των διαφόρων μορφών καυσίμων. Επιτρέπει τον έλεγχο στην πλευρά της ζήτησης της ενέργειας (κατανάλωση). Ελέγχιμο μέσω των λογαριασμών.	Όχι σημαντική επίδραση σε εθνικό επίπεδο, γιατί μπορεί η αποθήκευση ενέργειας από PV να είναι πιο συμφέρουσα από την εξαγωγή στο δίκτυο. Απαιτεί μετρητές, ώστε η εξαγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, να αντισταθμίσει τις χρεώσεις της εισαγόμενης ενέργειας και των υπηρεσιών. Οι ασταθείς τιμές της ενέργειας κάνουν δύσκολη την επίτευξή του.	Απαιτεί κάθε μήνα service και άλλες χρεώσεις. Αν οι μετρητικές διατάξεις δεν λειτουργούν καλά και ξεπεράσουν τα όρια χωρητικότητας, αλλάζουν και οι τιμές της εισαγόμενης και εξαγόμενης ενέργειας.
Emissions ZEB	Το καλύτερο μοντέλο ZEB για πράσινη ανάπτυξη. Λαμβάνει υπόψη τους συντελεστές μόλυνσης των μορφών ενέργειας. Ευκολότερο ZEB για να επιτευχθεί.		Απαιτεί κατάλληλους συντελεστές εκπομπής ρύπων.

3.3 Ενεργειακή Απόδοση (ZEB) κτηρίων

Προκειμένου να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων αυτών, είναι απαραίτητο να διερευνηθούν οι παράγοντες που κάνουν τη διαφορά στις φάσεις του σχεδιασμού, της κατασκευής, αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, όπως:

- **όρια για τη χρήση ενέργειας** : ο τρόπος με τον οποίο ρυθμίζεται η ενέργεια καθώς και οι τελικές χρήσεις που περιλαμβάνονται ή εξαιρούνται στη συνολική κατανάλωση ενέργειας ποικίλλουν σε διαφορετικές πολιτικές. Σχεδόν όλα τα ευρωπαϊκά πρότυπα και ορισμοί αποκλείουν *φορτία βύσματος* από τις ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου που υπολογίζονται καθώς αυτά τα φορτία δεν είναι μόνιμα στη δομή του κτηρίου.

Άλλα πρότυπα και συστήματα λογιστικής ενέργειας περιλαμβάνουν όλη την ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα κτήριο. Αυτές οι μεθοδολογίες συνήθως λαμβάνουν υπόψη την κατανάλωση ενέργειας ολόκληρου του κτηρίου. Υπάρχουν επίσης διαφορές μεταξύ εκείνων που θεωρούνται κατάλληλα επί τόπου συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας για αντιστάθμιση της κατανάλωσης ενέργειας. Όλα οι υπολογισμοί των κρατών μελών της ΕΕ επιτρέπουν έναν σχετικά μικρό αριθμό λύσεων, όπως ηλιακά θερμικά πάνελ για οικιακό ζεστό νερό ή υποστήριξη θέρμανσης, φωτοβολταϊκά για αυτο-χρήση, λέβητες βιομάζας και ορισμένους τύπους αντλιών θερμότητας.

- **χρήση ενέργειας ή / και κατανάλωση** : οι περισσότεροι ορισμοί των nZEB λαμβάνουν υπόψη μόνο την ενέργεια που χρησιμοποιείται και παράγεται κατά τη διάρκεια ενός έτους. Υπάρχουν ωστόσο ορισμένες περιοχές, όπως η πολιτεία της Καλιφόρνια των ΗΠΑ, οι οποίες έχουν εισαγάγει τον όρο «χρονο-εξάρτηση» ως ένα από τους σημαντικούς παράγοντες που χρήζουν αξιολόγησης. Μέσω αυτού υπάρχει η δυνατότητα επιπλέον οφέλους από επιτόπια συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας κατά τη διάρκεια αιχμής της ζήτησης σε γειτονιά ή δίκτυο διανομής κοινής ωφέλειας.

- **επιλογή μετρήσεων** : ορισμένοι ορισμοί ZEB χρησιμοποιούν το όρο *μηδενικός άνθρακας* σε αντίθεση με άλλους που χρησιμοποιούν το όρο *μηδενική ενέργεια*. Τα δύο αυτά είδη μετρήσεων απαιτούν σημαντική πρόσθετη έρευνα και ποσοτική ανάλυση ώστε να κατανοηθούν πλήρως οι διαφορετικές επιπτώσεις τους και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ενέργειας και άνθρακα.

3.4 Πρωτοβουλίες για τα (ZEB) και (nZEB) κτήρια

Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει η ανάπτυξη πρωτοβουλιών σχετικά με τα ZEB και τα nZEB κτήρια, καθώς ένας μεγάλος αριθμός ιδρυμάτων και μη κερδοσκοπικών οργανώσεων στοχεύουν στην επιτάχυνση της μετάβασης σε τέτοιου είδους κατασκευές.

Διάφορες εκστρατείες στοχεύουν στην προώθηση πολιτικών, επενδύσεων και ανταλλαγής πληροφοριών προς υποστήριξη των nZEBs παγκοσμίως.

Οι δεσμεύσεις των Διεθνών Συμφωνιών μπορούν να εκπληρωθούν μέσω εθνικών συνεισφορών οι οποίες καλό θα είναι να έχουν ως στόχο τους την ανάπτυξη βιομηχανίας σχετικής με τα κτήρια χαμηλών εκπομπών άνθρακα ή σχεδόν μηδενικής ενέργειας σε κάθε χώρα.

Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να υπάρξει η «διασφάλιση» ότι οι αρχές (nZEB) θα γίνουν προτεραιότητα τόσο στην κατασκευή, όσο και στην ανακαίνιση των κτηρίων. [27]

Σε επίπεδο ΕΕ, έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία από την πρωτοβουλία του EPBD « Energy Performance of Buildings Directive », το οποίο στοχεύει στην προώθηση της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες, καθώς και τις απαιτήσεις του εσωτερικού κλίματος και τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας. [28]

Η δράση του EPBD υποστηρίχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω του προγράμματος «Horizon 2020», καθώς και του προηγούμενου προγράμματος Ευφυούς Ενέργειας στην Ευρώπη «Intelligent Energy Europe (IEE) programme».

Σε πρόσφατη έκθεσή του, μεταξύ άλλων, παρουσιάζεται μια ανάλυση των διαφορετικών εθνικών εφαρμογών του ορισμού nZEB, της ενσωμάτωσης των συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας στα αστικά nZEBs, και των καινοτόμων τεχνολογιών και λύσεων, καθώς και την επίδρασή τους στην άνεση των εσωτερικών χώρων.

3.5 Τα προβλήματα στην ανάπτυξη των (ZEB) και (nZEB) κατασκευών

Μπορούμε να συνοψίσουμε σε δύο τους λόγους που εμποδίζουν την ωρίμανση και την πλήρη ανάπτυξη της κατασκευαστικής αγοράς nZEB, ώστε να καταστεί δυνατή η υπέρβαση των εθνικών διαφορών.

- Ο πρώτος λόγος είναι η ανεπάρκεια *χρηματοδοτικών σχεδίων* και
- Ο δεύτερος η *έλλειψη επαγγελματικών γνώσεων*.

Από τη μία πλευρά, υπάρχει ανάγκη για οικονομικά κίνητρα και πιλοτικά προγράμματα για την προώθηση της μετάβασης στην αγορά των nZEBs, ενώ από την άλλη, εντοπίστηκε έλλειψη επαγγελματικής γνώσης και εμπειρίας.

Οι περισσότερες χώρες έχουν επισημάνει εμπόδια στη διάδοση καινοτόμων τεχνικών λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας μεταξύ σχεδιαστών και επαγγελματιών στον τομέα των κατασκευών, καθώς και γενική έλλειψη γνώσεων.

Για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, εξετάζεται η ανάγκη καθορισμού και χαρτογράφησης των δεξιοτήτων nZEB με εναρμονισμένο τρόπο σε όλους τους τομείς εργασίας.

Θα πρέπει να υπάρξει ένα σύστημα καθορισμού προσόντων που να απαριθμεί τις βασικές τεχνολογίες και δεξιότητες που απαιτούνται για επαγγελματίες που ασχολούνται με τα κτήρια nZEB και να κατηγοριοποιούνται στους ακόλουθους τομείς εξειδίκευσης:

- διαχείριση ενέργειας,
- παραγωγή ενέργειας,
- μείωση ενέργειας και
- διεπιστημονικές δεξιότητες.

Η ενθάρρυνση νέων κατασκευών καθώς και ουσιαστικές και εις βάθος ανακαινίσεις που προσπαθούν να επιτύχουν τα επίπεδα απόδοσης nZEB είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη του σεναρίου κτηρίων με το επιθυμητό οικολογικό αποτύπωμα. [27]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας ως πρότυπο και ως περίπτωση μετάβασης στα nZEB κτήρια

Εικόνα 1: Άποψη του νέου κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας



4.1 Στοιχεία Έργου

Η αρχιτεκτονική μελέτη έγινε από τον Αρχιτέκτονα Βασίλη Τριανταφύλλου και τους συνεργάτες του: (VTri Architects).

Η στατική μελέτη ήταν αντικείμενο του Πολιτικού Μηχανικού Νίκου Παπαδόπουλου, ενώ την μελέτη των ηλεκτρομηχανολογικών ανέλαβε ο Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Γιάνης Αποστόλου.

Η κατασκευή του έργου έγινε από την εταιρεία: Τζώρτζης Α.Τ.Ε.Β.Ε., Lantern Construction S.A.

Η θέση έργου είναι στη Λαμία, Ανδρέα Παπανδρέου και Τάσου Ισαάκ

Ο προϋπολογισμός ήταν: 5.104.500 €

Ενώ υπήρξε χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ – Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον – Αειφόρος Ανάπτυξη»

Το εμβαδό οικοπέδου είναι 8.997,40 m² και κάλυψή του 2.297,29 m².

Το συνολικό εμβαδό του κτηρίου που κατασκευάστηκε είναι 3.525,24 m².

Χρόνος μελέτης: 2005 - 2006

Χρόνος κατασκευής: 2010 – 2016

4.2 Γενική Περιγραφή κτηρίου

Το κτήριο έχει ανεγερθεί στη συμβολή των οδών Παπαπποστόλου, Α. Παπανδρέου, Κ. Καραμανλή και Ισαάκ, στην ανατολική είσοδο της πόλης της Λαμίας. Η ανάπτυξη του έχει γίνει σε τρεις ορόφους. Πρόκειται δηλαδή για διώροφη κατασκευή, με ημιυπόγειο-pilotis.

Οι όροφοι έχουν κύρια χρήση γραφείων ενώ το ημιυπόγειο χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης, ηλεκτρομηχανολογικών και άλλων βοηθητικών χώρων όπως και αποθηκών.

Εκτός από το κυρίως κτήριο υπάρχουν και δυο λειτουργικώς εξαρτημένα, από αυτό, κτήρια (το χημείο και η αίθουσα πολλαπλών χρήσεων).

Το ισόγειο, ο όροφος του κυρίως κτίσματος, το χημείο και το κτήριο πολλαπλών χρήσεων, έχουν μελετηθεί ως θερμαινόμενοι χώροι.

Οι κλειστοί χώροι του ημιυπόγειου που λειτουργούν ως βοηθητικοί χώροι, έχουν μελετηθεί ως μη θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου.

4.3 Τοπογραφία Οικοπέδου

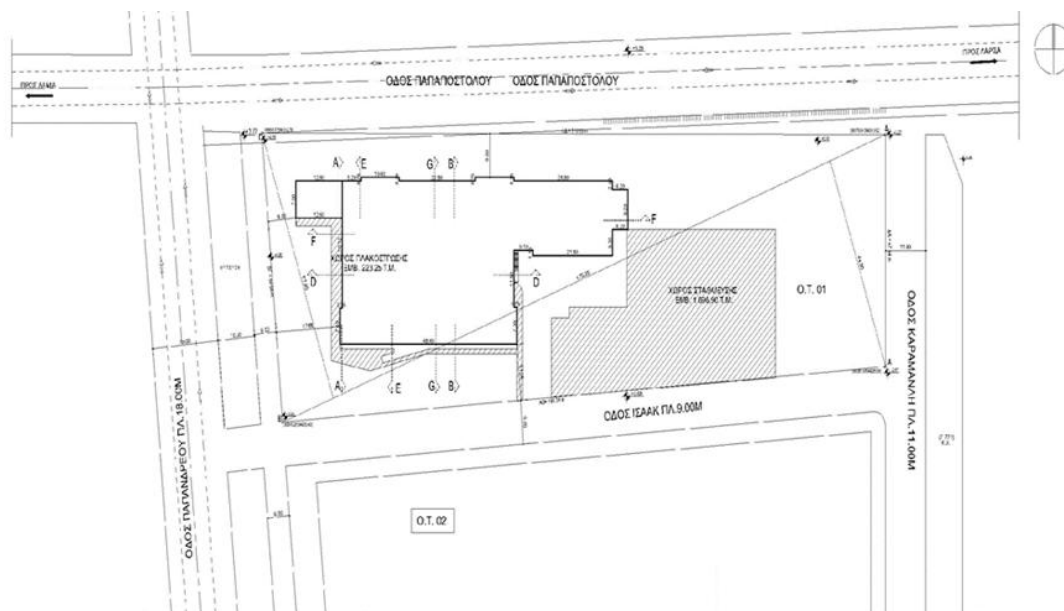
Το οικόπεδο στο οποίο έχει λάβει χώρα η κατασκευή, έχει εμβαδόν **8.997,40 m²** και είναι ορθογωνικού περίπου σχήματος με το μεγάλο του άξονα να ταυτίζεται με τον άξονα Ανατολής - Δύσης. Η θέση του είναι γωνιακή και βρίσκεται σε αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον, με γειτονικά κτήρια που δεν υπερβαίνουν τους δύο ορόφους.

Στον περιβάλλοντα χώρο δεν υπάρχουν κτηριακές κατασκευές, σε άμεση γειτνίαση.

Ειδικότερα,

- η ανατολική πλευρά του οικοπέδου γειτνιάζει με την οδό Κ. Καραμανλή, πλάτους 11 m,
- η νότια γειτνιάζει με την οδό Τ. Ισαάκ πλάτους 9 m ,
- η βόρεια με την οδό Παπαπποστόλου, πλάτους 16 m, ενώ
- η δυτική συνορεύει με την οδό Α. Παπανδρέου, πλάτους 18 m.

Το εμβαδόν της στεγασμένης επιφάνειας του κτηρίου ανέρχεται στα **3.525,24 m²**.



Στο σχήμα 13 που ακολουθεί δίνεται τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικοπέδο.

4.4 Αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

Βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι ο σχεδιασμός κτηρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) ο οποίος επιδιώκει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης με την όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη χρήση παθητικών συστημάτων δροσίσιμου και θέρμανσης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες, το τοπικό κλίμα, καθώς και τις ιδιότητες των υλικών δόμησης και αρχιτεκτονικά στοιχεία.

«Τα τελευταία χρόνια, ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει καθιερωθεί διεθνώς και θεωρείται επιστημονικά δόκιμος, γιατί η ονομασία αυτή ανταποκρίνεται πληρέστερα στην αντίληψη εναρμόνισης των κτηρίων με το κλίμα και το περιβάλλον, διασφαλίζοντας παράλληλα βιολογικά άνετη διαβίωση του ανθρώπου μέσα στα κτήρια, αλλά και στον υπαίθριο χώρο».[29]

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων. Τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν η θερμική προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσίσιμου και φυσικού φωτισμού και ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης ενέργειας (θερμικές ζώνες, αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου).[30]

Σκοπός του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ανέγερση κτηρίων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και αφετέρου στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων.

4.4.1 Στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού

Στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- Η εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- Η προστασία από τους δυνατούς ανέμους το χειμώνα
- Η ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα
- Η προστασία από το ήλιο του καλοκαιριού
- Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι
- Η απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας το καλοκαίρι

4.5 Βιοκλιματικό κτήριο ΔΕΥΑ Λαμίας

Ένα τέτοιου είδους βιοκλιματικό κτήριο, κατασκευάστηκε σύμφωνα με την **κοινοτική Οδηγία 2010/31/ΕΕ**, για τη στέγαση της Διοίκησης και των υπολοίπων λειτουργιών της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης και Αποχέτευσης Λαμίας.

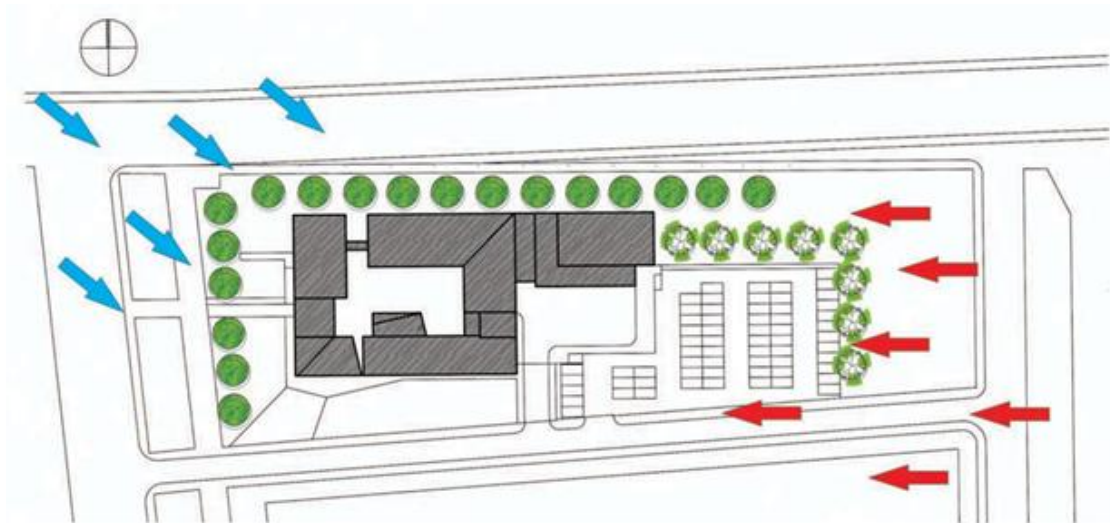
Ο σχεδιασμός του έχει βασιστεί στην ενσωμάτωση των αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού και τεχνολογιών ΑΠΕ για ενεργειακή αυτάρκεια και μείωση του οικολογικού αποτυπώματος του κτηρίου, με ιδιαίτερη έμφαση στην εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου του υπεδάφους και της τοποθέτησης φωτοβολταϊκών κυψελών στα υαλοστάσια των όψεων και στις στέγες.

4.5.1 Χρήση αρχών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτηρίου βασίστηκε στις ακόλουθες στρατηγικές:

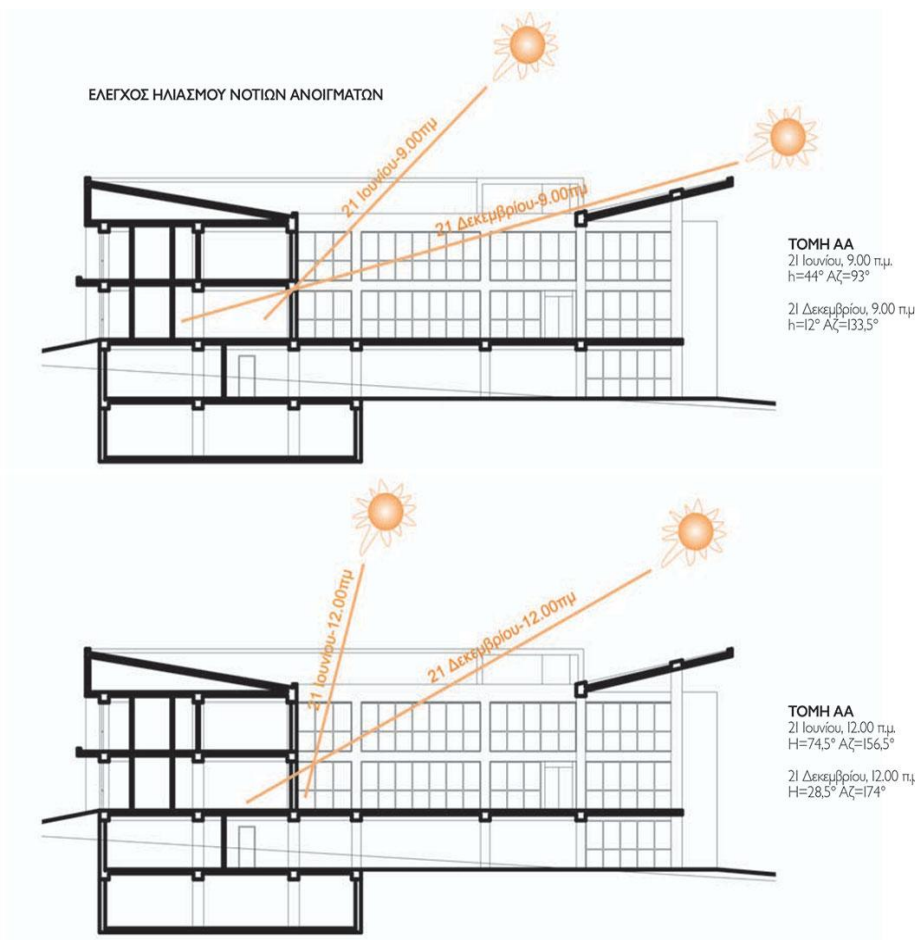
- Κάλυψη του μεγαλύτερου τμήματος του φορτίου θέρμανσης και ψύξης του νέου κτηρίου με την εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου του υπεδάφους στο σύνολο του οικοπέδου.
- Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών κυψελών στις στέγες και στα υαλοστάσια των όψεων, εκτός της βορινής, για κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Διαμόρφωση ευνοϊκού μικροκλίματος με τη δημιουργία αίθριου, στο οποίο γίνεται χρήση πρασίνου, καθώς και κατασκευή επιφανειών νερού, με δεξαμενή και καταρράκτη, που λειτουργούν ως στοιχεία δροσισμού του υπαίθριου χώρου.
- Διαμόρφωση του σχήματος και χωροθέτηση της οικοδομής, ώστε να εξασφαλίζεται ο φυσικός φωτισμός των χώρων εργασίας και συγχρόνως να διατηρείται το ενεργειακό φορτίο θέρμανσης και ψύξης όσο το δυνατόν χαμηλότερο.
- Σκίαση των ανοιγμάτων για αποτελεσματική ηλιοπροστασία και μείωση του φορτίου ψύξης. Οριζόντιες περσίδες σκίασης τοποθετήθηκαν μόνο στη νότια όψη της νοτιοανατολικής γωνίας του κεντρικού τμήματος του κτηρίου. Η σκίαση των ανοιγμάτων των ανατολικών και δυτικών όψεων δεν είναι απαραίτητη λόγω της χρήσης των φωτοβολταϊκών υαλοπινάκων. Αυτοί οι υαλοπίνακες παρέχουν διαφάνεια περίπου 20%, έτσι ώστε να μην χρειάζεται περαιτέρω σκίαση. Μόνο στις θέσεις που χρησιμοποιούνται διαφανείς υαλοπίνακες τοποθετούνται στόρια για την αποφυγή υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του κτηρίου κατά τους θερινούς μήνες.
- Μεγιστοποίηση της χρήσης του φυσικού φωτισμού.

- Προστασία του κελύφους με ενισχυμένη θερμομόνωση εσωτερικά και χρήση υαλοπινάκων με χαμηλό συντελεστή U. Πιο συγκεκριμένα οι όψεις του κτηρίου περιλαμβάνουν στοιχεία από εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα και υαλοπίνακες με ενσωματωμένη μεμβράνη φωτοβολταϊκών κυψελών, σε πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή. Οι υαλοπίνακες είναι τριπλοί, χαμηλής εκπεμπτικότητας (low-e), με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_g=1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Τα στοιχεία από εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα φέρουν εσωτερικά μόνωση με πλάκες πετροβάμβακα, πάχους 10 cm, και δείκτη θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
- Εκμετάλλευση του άμεσου ηλιακού κέρδους μέσω των παραθύρων για τη μείωση των αναγκών σε θέρμανση το χειμώνα.
- Σημαντική συνιστώσα του φορτίου θέρμανσης και ψύξης είναι η έντονη εναλλαγή του αέρα λόγω της συχνότατης χρήσης των θυρών εισόδου και κυρίως της κεντρικής, απ' όπου εισέρχεται και το καινό.
- Εκμετάλλευση της δυνατότητας αερισμού των χώρων –κυρίως τη νύχτα για τη μείωση του φορτίου ψύξης.



Σχήμα 14 : ο τρόπος φύτευσης του οικοπέδου.

Φύτευση γηπέδου: Δημιουργία ανεμοφράκτη για τους χειμερινούς ανέμους και ενίσχυση της θερινής αύρας.



Σχήμα 15 : Έλεγχος ηλιασμού νοτίων ανοιγμάτων.[31]

4.6 Σχεδιασμός του κτηρίου

Ο σχεδιασμός του κτηρίου, υπογραμμίζει το δημόσιο χαρακτήρα του και συντελεί στη δημιουργία ενός διάτρητου στερεού με ρευστή και ρυθμική μορφή.

Η υψομετρική διαφορά που παρουσιάζει το οικόπεδο έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται 2 υπέργειοι όροφοι στο βορρά και 3 στο νότο. Η είσοδος για το κοινό είναι στη Δυτική όψη, που «βλέπει» στην πόλη.

Υπάρχουν πολλαπλές εισοδοι, προσβάσεων και διαδρομών μέσω ανοικτού κλιμακοστασίου και ραμπών. Συγχρόνως έχουν εφαρμοσθεί κάθετοι και οριζόντιοι σχεδιαστικοί άξονες ώστε να ενισχυθεί η κατάτμηση των όγκων, δημιουργώντας κενά και φυγές, συντελώντας στην διαπερατότητα της κτιριακής μάζας.

Ο υπαίθριος χώρος του αίθριου, οργανώνεται με πλακόστρωτα, καθιστικά, υδάτινες επιφάνειες και καταρράκτες και προσφέρεται για αναψυχή και υπαίθριες κοινωνικές δραστηριότητες. Ταυτόχρονα συντελεί στην δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος για τον δροσισμό του κτηρίου τους θερινούς μήνες.

Το κτήριο, παράλληλα με την κάλυψη των αναγκών της υπηρεσίας, δίνει χώρο για κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες στους κατοίκους της πόλης.

Η συνέχεια και διαδραστικότητα μεταξύ του αμφιθεάτρου και του αίθριου υπογραμμίζει την δημόσια αυτή λειτουργία. [32]



Σχήμα 16 : Οι τρεις στάθμες του κτηρίου.

4.6.1 Εξωτερική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας



Εικόνα 2: Νότια και Δυτική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας



Εικόνα 3: Ανατολική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας



Εικόνα 4: Βόρεια και Ανατολική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας



Εικόνα 5: Βόρεια όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας

4.7 Βασικά ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτηρίου

4.7.1 Σύστημα γεωθερμίας

Το κτήριο διαθέτει σύστημα αβαθούς γεωθερμίας (βλέπε παρατήρηση 1), το οποίο έχει γίνει με τη χρήση οριζοντίων γεωθερμικών εναλλακτών σε σκάμμα **8.126 m²** και σε βάθος **1,50 m** από την τελική διαμόρφωση της επιφάνειας του περιβάλλοντος χώρου.

Το σύστημα, στηρίζεται στην εκμετάλλευση του σταθερού θερμικού πεδίου του υπεδάφους.

Η άντληση ενέργειας από το υπέδαφος επιτυγχάνεται με την χρήση σωλήνων ακτινοδίκτυωμένου πολυαιθυλενίου και γι' αυτό έχει κατασκευασθεί **γεωθερμικό σύστημα κλιματισμού** το οποίο αποτελείται από δίκτυο **160** ανεξάρτητων κυκλωμάτων των **100 m** για ευελιξία. Το συνολικό μήκος των σωληνώσεων του γεωθερμικού εναλλάκτη είναι **160X100 = 16.000 m**.

Η ενέργεια που θα συλλέγεται από το υπέδαφος θα οδηγείται σε κατάλληλη διάταξη **2 Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας** ισχύος **140 kw** η καθεμία - COP ΕΩΣ 4. (βλέπε παρατήρηση 2), εντός του Μηχανοστασίου.

Το Γεωθερμικό Σύστημα συμβάλλει στην κάλυψη του μεγαλύτερου τμήματος του φορτίου:

- Θέρμανσης
- Ψύξης
- Παραγωγής θερμού νερού χρήσης του νέου κτηρίου της Δ.Ε.Υ.Α. Λαμίας.

Το σύστημα έχει τη δυνατότητα παραγωγής **145 MWh ψύξης** και **195 MWh θέρμανσης** ετησίως.

Η εξοικονόμηση θα αντιστοιχεί σε περίπου **25 τόνους πετρελαίου**, με αντίστοιχη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά **28 τόνους** ανά έτος.

Η πρόβλεψη είναι ότι θα εξοικονομούνται επιπλέον και **22.000 MWh** με αντίστοιχη μείωση του άνθρακα κατά **5-6 τόνους** ανά έτος.

4.7.1.1 Φωτογραφίες από την κατασκευή του συστήματος γεωθερμίας



Εικόνα 6 : Σκάμμα έτοιμο για την τοποθέτηση του συστήματος γεωθερμίας



Εικόνα 7 : Τοποθέτηση σωληνώσεων πολυαιθυλενίου (κοντά)



Εικόνα 8 : Τοποθέτηση σωληνώσεων πολυαιθυλενίου



Εικόνα 9 : Διαμόρφωση της επιφάνειας του περιβάλλοντος χώρου.

Παρατήρηση 1: Αβαθής γεωθερμία

Η γεωθερμία ασχολείται με την αποθηκευμένη ενέργεια κάτω από την επιφάνεια της γης (στο υπέδαφος, σε υπόγεια νερά, ατμό ή θερμό αέρα), σε θερμοκρασίες από 25-350 °C.

Με την πιο ευρεία χρήση του όρου γεωθερμία εντάσσουμε σήμερα και τη θερμική ενέργεια του εσωτερικού της γης με θερμοκρασία μικρότερη από 25 °C. Στις περιπτώσεις αυτές το βάθος της εκμετάλλευσης είναι μικρότερο από 150 μ. και γι αυτό το λόγο καλείται **αβαθής γεωθερμία** που ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε οικιακές και λοιπές κτηριακές εγκαταστάσεις.

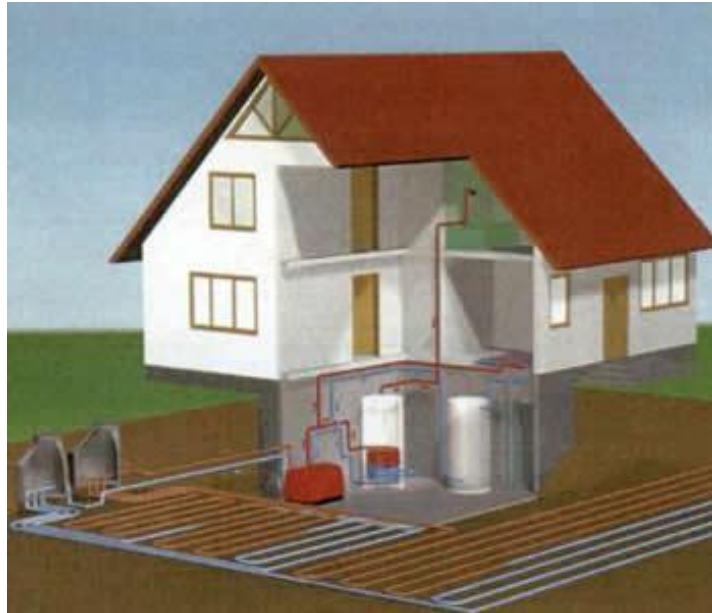
Η αβαθής γεωθερμία πλεονεκτεί στο ότι είναι διαθέσιμη παντού και είναι αρκετά εύκολη στην αξιοποίηση και αδειοδότησή της.

Ένα σύστημα εκμετάλλευσης αβαθούς γεωθερμίας για οικιακές εφαρμογές αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

- Τη γεωθερμική αντλία
- Το γεωθερμικό εναλλάκτη
- Την εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου που συνηθέστερα είναι ενδοδαπέδιο σύστημα ή σύστημα με fan coils.

Μια τέτοια εγκατάσταση αξιοποιεί τις σταθερές θερμοκρασίες του υπεδάφους (από 18-22 °C).

Το κλειστό αυτό δίκτυο σωληνώσεων μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Ένας οριζόντιος κλειστός γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται σε σκάμμα στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου σε βάθος 1,0 έως 2,5 μέτρα και αποτελεί ίσως την οικονομικότερη κατασκευαστική λύση από οποιοδήποτε άλλο γεωθερμικό σύστημα. [33]



Σχήμα 17 : Σύστημα αβαθούς γεωθερμίας

Παρατήρηση 2: Απόδοση σε λειτουργία θέρμανσης

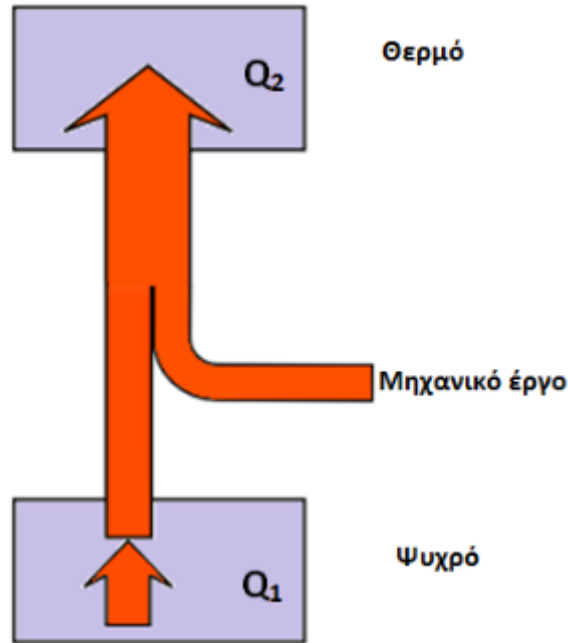
Η αποδοτικότητα της αντλίας θερμότητας χαρακτηρίζεται από το συντελεστή λειτουργίας $\alpha_{A/\Theta}$ ή **COP** (Coefficient of Performance).

$$\alpha_{A/\Theta} = \text{COP} = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_2 - Q_1}$$

Στην ιδανική περίπτωση της αντλίας θερμότητας του Carnot, τα ποσά της θερμότητας δύναται να αντικατασταθούν από τις θερμοκρασίες:

$$\text{COP} = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

Από την εξίσωση προκύπτει ότι ο συντελεστής λειτουργίας εξαρτάται μόνο από τις θερμοκρασίες T_1 , T_2 των δύο δεξαμενών θερμικής ενέργειας και είναι πάντοτε μεγαλύτερος από τη μονάδα.



Σχήμα 18 : Κύκλος αντλίας θερμότητας

Για την ίδια θερμοκρασιακή διαφορά T_2-T_1 ο COP βελτιώνεται όσο υψηλότερης στάθμης είναι η θερμοκρασία T_2 . Επίσης, όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά T_2-T_1 μεταξύ του κλιματιζόμενου και του εξωτερικού χώρου, τόσο μεγαλύτερος είναι ο COP. Οι παρατηρήσεις αυτές έχουν ιδιαίτερη σημασία για την Ελλάδα λόγω των ειδικών κλιματολογικών συνθηκών.

- Ήπιος καιρός το χειμώνα με υψηλές σχετικά θερμοκρασίες εξωτερικού χώρου.
- Δυνατότητα χρησιμοποίησης της ηλιακής ενέργειας βοηθητικά στην αντλία θερμότητας, κατά την περίοδο του χειμώνα.
- Δυνατότητα (σε ειδικές περιπτώσεις) χρησιμοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας βοηθητικά στην αντλία θερμότητας.

Μια αντλία θερμότητας με συντελεστή **COP** ίσο με **4**, μεταφέρει **4 kW** ενέργειας καταναλώνοντας **1 kW** ηλεκτρισμού, ή αλλιώς, η μεταφορά ενέργειας κοστίζει **25%** με τη συγκεκριμένη αντλία.

Ο συντελεστής **COP** εξαρτάται από τις θερμοκρασίες ψυχρού και θερμού χώρου και δεν είναι σταθερός. [34]

4.7.2 Φωτοβολταϊκοί πίνακες

Σε όλη σχεδόν την επιφάνεια της Ανατολικής, Νότιας και Δυτικής όψης, χρησιμοποιήθηκαν υαλοπετάσματα με φωτοβολταϊκές μεμβράνες επιφάνειας περίπου 410 τ.μ., συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 52 kWp (βλέπε *παρατήρηση 3*).

Η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια εκτιμάται σε 36,5 MWh με αντίστοιχη αποφυγή εκπομπής 35 τόνων διοξειδίου του άνθρακα.

Αντίστοιχη εγκατάσταση υπάρχει και σε τμήμα της οροφής ισχύος περίπου 70 kWp με αντίστοιχη αποφυγή εκπομπής 30 τόνων διοξειδίου του άνθρακα για κάλυψη υπολειπόμενων ενεργειακών αναγκών.

Ακολουθεί αναλυτικότερη περιγραφή της εγκατάστασης στο κεφάλαιο των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτηρίου.

Το ετήσιο οικονομικό όφελος αναμένεται να ανέλθει σε 20.000€ από την οικονομία σε πετρέλαιο και ρεύμα. [35]

Παρατήρηση 3: Ποια είναι η διαφορά μεταξύ kWh και kWp:

kWh (κιλοβατώρα) = η ισχύς που παράγεται από ηλιακούς συλλέκτες.

kWp (kilowattpeak) είναι η ισχύς της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, η ισχύς που παράγουν οι ηλιακοί συλλέκτες υπό κανονικές συνθήκες, που αντιστοιχούν στην ισχύ που παράγει ένας πίνακας κατά τις καλύτερες ημέρες του έτους.

Π.χ. μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση 2kWp δημιουργεί, στο βελγικό κλίμα, περίπου 1.700 kWh / έτος.

4.8 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου

Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτηρίου, επιμερίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης χώρων,
- Συστήματα αερισμού
- Φωτισμός
- Φωτοβολταϊκή εγκατάσταση του κτιρίου

Στην συνέχεια αναφέρονται αναλυτικότερα δεδομένα για την κάθε κατηγορία.

4.8.1 Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης των χώρων

Στο κτήριο υπάρχει σύστημα θέρμανσης που καλύπτει όλους τους χώρους με την χρήση (fan-coils), κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (ΚΚΜ) και δικτύου αεραγωγών.

Η κάλυψη των αναγκών γίνεται μέσω δυο γεωθερμικών αντλιών θερμότητας νερού - νερού, ψυκτικής ισχύος **137,7 KW** έκαστη με συμπιεστές **Scroll Type**, πλακοειδείς εναλλάκτες και ψυκτικό μέσο R410a , για ταυτόχρονη παραγωγή κρύου και ζεστού νερού.

4.8.2 Δεδομένα για το σύστημα ψύξης των χώρων

Στο κτήριο υπάρχει σύστημα ψύξης που καλύπτει όλους τους χώρους με την χρήση (fan-coils), κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (ΚΚΜ) και δικτύου αεραγωγών.

Η κάλυψη των αναγκών γίνεται μέσω δυο γεωθερμικών αντλιών θερμότητας νερού - νερού, ψυκτικής ισχύος **119,3 KW** έκαστη με συμπιεστές **Scroll Type**, πλακοειδείς εναλλάκτες και ψυκτικό μέσο R410a , για ταυτόχρονη παραγωγή κρύου και ζεστού νερού.



Εικόνα 10 : Μηχανοστάσιο κλιματισμού

4.8.3 Παρατηρήσεις για την ΨΥΞΗ – ΘΕΡΜΑΝΣΗ του κτηρίου

Στα γραφεία η ψύξη - θέρμανση γίνεται μέσω συστημάτων μεταφοράς θερμότητας με ανεμιστήρα (fan-coils) οροφής ή τοίχου και τα οποία τροφοδοτούνται μέσω δισωλήμιου συστήματος από τις γεωθερμικές αντλίες.

Η τροφοδοσία αυτών των γεωθερμικών αντλιών επιτυγχάνεται από γεωεναλάκτη οριζόντιας στρώσης, που έχει τοποθετηθεί σ' όλη σχεδόν την έκταση του περιβάλλοντος χώρου.

Στην αίθουσα εκδηλώσεων χρησιμοποιείται κλιματιστική μονάδα και μέσω αεραγωγών στην οροφή και χαμηλά γίνεται ο κλιματισμός της αίθουσας.

Υπάρχει πλήρης ανεξαρτησία στα συστήματα ψύξης - θέρμανσης ανάλογα με τη χρήση τους (γραφεία, αίθουσα συσκέψεων, αίθουσα εκδηλώσεων και ταμεία) με σκοπό τη

μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στη λειτουργία των γεωθερμικών αντλιών και των κυκλοφορητών.

Συγκεντρωτικά μπορεί να αναφερθεί ότι για την ΨΥΞΗ – ΘΕΡΜΑΝΣΗ

- Στους χώρους γραφείου, υπάρχει δίκτυο με Fan – Coil Units (FCUs) καθώς και δίκτυο αεραγωγών με προκλιματισμένο αέρα από κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ).
- Στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων – αμφιθέατρο, έχει τοποθετηθεί σύστημα αεραγωγών με ανεξάρτητες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ).
- Στη αίθουσα συμβουλίων, έχει τοποθετηθεί σύστημα αεραγωγών με ανεξάρτητες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ).



Εικόνα 11 : Τοποθέτηση κλιματιστικών μονάδων

4.8.4 Δεδομένα για σύστημα αερισμού

Για την ανανέωση του αέρα στους χώρους χρησιμοποιούνται μονάδες προκλιματισμένου αέρα, οι οποίες και αυτές τροφοδοτούνται από τις γεωθερμικές αντλίες.

Το σύστημα αερισμού του κτηρίου αποτελείται από 6 κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, οι οποίες αποτελούνται από τα τμήματα:

- α) ανεμιστήρα με ηλεκτροκινητήρα κατάλληλης ισχύος,
- β) υγρανήρα με λεκάνη συγκεντρώσεως νερού
- γ) θερμικού και ψυκτικού στοιχείου ή μόνο θερμικού στοιχείου

δ) αναμίξεως νέου αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας με πολύφυλλα διαφράγματα και μεταλλικά φίλτρα αέρα πλενόμενου τύπου.

4.8.5 Δεδομένα για σύστημα φωτισμού

Στο κτήριο χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα ψευδοροφής και οροφής φθορισμού και led. Η επιθυμητή στάθμη φωτισμού, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 (πίνακας 2.4), είναι 500 lux ($\text{lux} = \text{lm}/\text{m}^2$).

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών στους χώρους του κτηρίου είναι περίπου 30 kw .

Να σημειωθεί ότι η ισχύς των φωτιστικών του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς (για τη διαδικασία έκδοσης ενεργειακού πιστοποιητικού), είναι 33,87 kw, δηλαδή λίγο μεγαλύτερη της εγκατεστημένης.



Εικόνα 12: Φωτισμός εσωτερικών χώρων (διάδρομοι)



Εικόνα 13: Φωτισμός εσωτερικών χώρων (γραφεία)

4.8.6 Δεδομένα για φωτοβολταϊκό σύστημα net-metering

Στο κτήριο έχει τοποθετηθεί φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 104 kW. Το σύστημα αποτελείται από δύο επί μέρους συστήματα 80 kW στη στέγη του κτηρίου και 24 kW στα υαλοπετάσματα των όψεων.

Ειδικότερα τα φωτοβολταϊκά πάνελς τοποθετήθηκαν:

A) στο δώμα-στέγη του κτηρίου, πολυκρυσταλλικά πάνελ συνολικής ισχύος 80 KW



Εικόνα 14 : Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στη στέγη (γενική άποψη)



Εικόνα 15 : Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στη στέγη

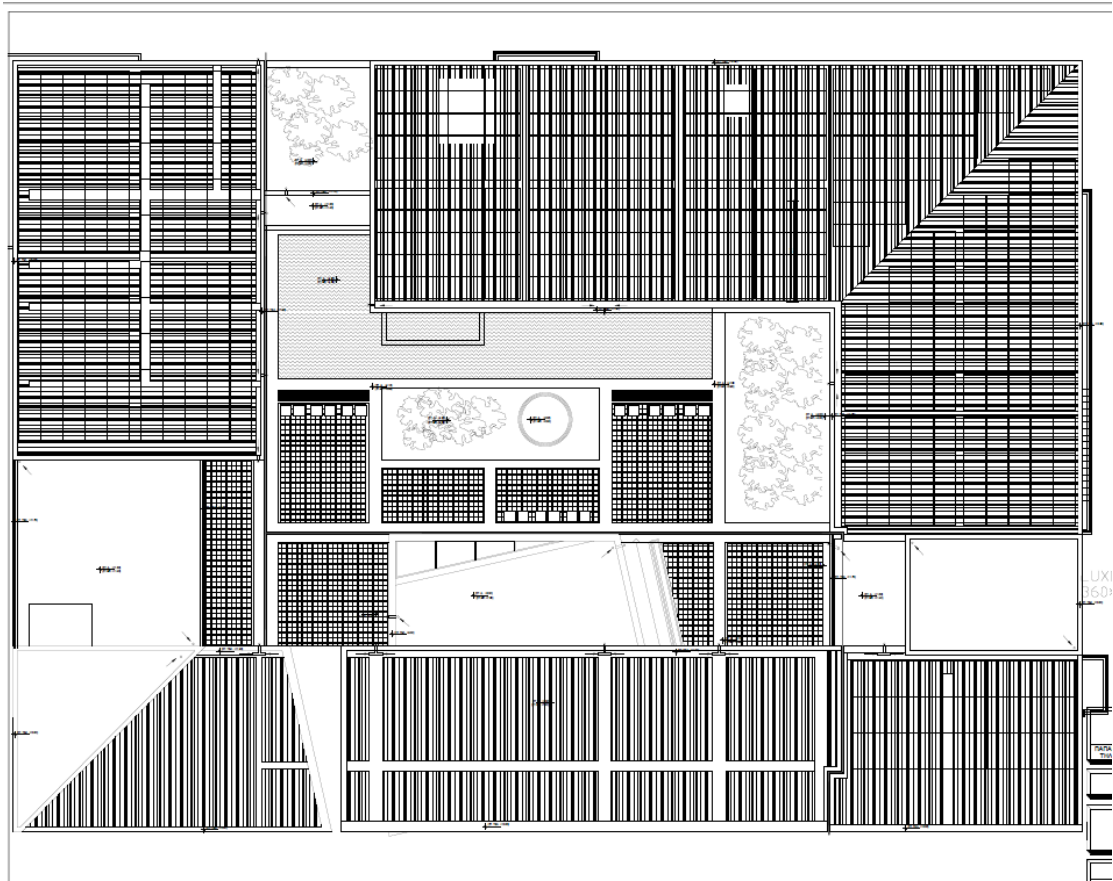
Β) στους υαλοπίνακες των όψεων, μονοκρυσταλλικά πάνελ συνολικής ισχύος 24 KW
Σε επιλεγμένα σημεία του κτηρίου με σωστό προσανατολισμό έχουν τοποθετηθεί υαλοπίνακες που έχουν ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πλαίσια.



Εικόνα 16 : Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στις όψεις του κτηρίου

Στο υπόγειο του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί 7 μετατροπείς συχνότητας (inverters) και οι κεντρικοί ηλεκτρικοί πίνακες.

Η εκτιμώμενη παραγόμενη ενέργεια του φωτοβολταϊκού συστήματος καλύπτει σχεδόν 100% τις ανάγκες του κτηρίου σε ηλεκτρική ενέργεια.



Σχήμα 19 : Κάτοψη τοποθέτησης φ/β panel στην οροφή του κτηρίου

4.8.7 Σύστημα διαχείρισης κτηρίου (BMS)

Στο κτήριο έχει τοποθετηθεί κεντρικό σύστημα διαχείρισης (BMS), το οποίο ελέγχει όλα τα νευραλγικά συστήματα του κτηρίου, με σκοπό αφενός τον κεντρικό έλεγχο του κτηρίου και αφετέρου τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία του κτηρίου.

Με το σύστημα διαχείρισης (BMS) υπάρχει η δυνατότητα:

- Ελέγχου του μηχανοστασίου και
- Ελέγχου του φωτισμού

Με αυτόν τον τρόπο καταγράφονται οι νευραλγικές καταναλώσεις ώστε να καταστεί δυνατή η βελτιστοποίησή τους.



Εικόνα 17 : Κεντρική μονάδα (BMS)



Εικόνα 18 : Κεντρική μονάδα (BMS)

4.9 Αρχικές αντιδράσεις στην κατασκευή του κτίσματος

Η Διοίκηση της ΔΕΥΑ Λαμίας, οι άνθρωποι της Τεχνικής της Υπηρεσίας, καθώς και η τότε Δημοτική Αρχή, πριν από το έτος 2009 είχαν στοχεύσει στην κατασκευή ενός πολύ πρωτοποριακού κτίσματος.

Αν και δεν είχε αρχίσει η κατασκευή του κτηρίου, είχαν γίνει γνωστά τα εντυπωσιακά χαρακτηριστικά που θα διέθετε.

Όμως το μεγάλο μέγεθός του, το αυξημένο κόστος του σε σχέση με μια συμβατική κατασκευή καθώς και ο φόβος του αγνώστου, οδηγούσαν την κοινή γνώμη των κατοίκων της πόλης της Λαμίας να πιέζει στην κατεύθυνση της ματαίωσης του όλου εγχειρήματος.

Ήταν τέτοια η θέληση των ανθρώπων της ΔΕΥΑ Λαμίας για την κατασκευή του έργου, ώστε ξεκίνησαν την αρχική σύμβαση του έργου στο τέλος του έτους 2009, αποφασισμένοι να το χρηματοδοτήσουν με ίδιους πόρους.

Κατόπιν, συντονισμένες ενέργειες οδήγησαν τον Ιούνιο του 2013 στην έναρξη του έργου σε πρόγραμμα ΕΣΠΑ και κατέστη έτσι δυνατή η εξ ολοκλήρου χρηματοδότησή του.

Έτσι λοιπόν το κτήριο ολοκληρώθηκε στους τελευταίους μήνες του 2016.

Θεωρώ λοιπόν ότι αξίζουν συγχαρητήρια σε αυτούς που ως πρωτοπόροι, κατάφεραν να διακρίνουν την ορθή κατεύθυνση και παρ' όλες τις δυσκολίες έφεραν εις πέρας τον στόχο τους.

4.10 Διεθνής αναγνώριση

Το αποτέλεσμα της προσπάθειας των μελετητών μηχανικών, ιδιαίτως του Αρχιτέκτονα Βασίλη Τριαναφύλλου, καθώς και όσων συμμετείχαν στην κατασκευή του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας είναι εντυπωσιακό.

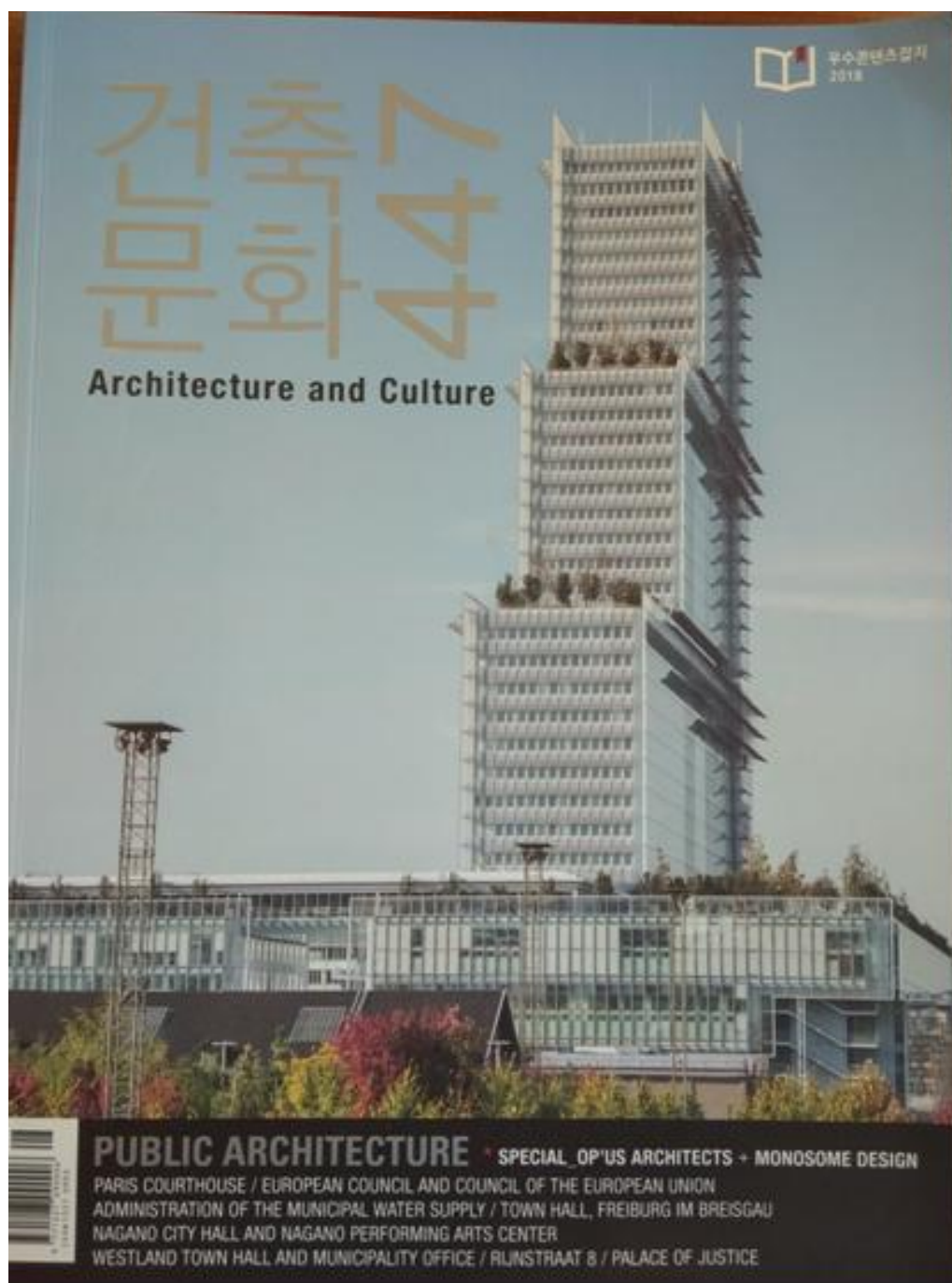
Ο σχεδιασμός του κτίσματος έχει οδηγήσει πολλά αρχιτεκτονικά περιοδικά, από όλα τα μέρη του κόσμου, να κάνουν σχετικά αφιερώματα.

Για το λόγο αυτό σε μια γωνιά του δευτέρου ορόφου έχουν αναρτηθεί κάποιες από τις δημοσιεύσεις αυτές.

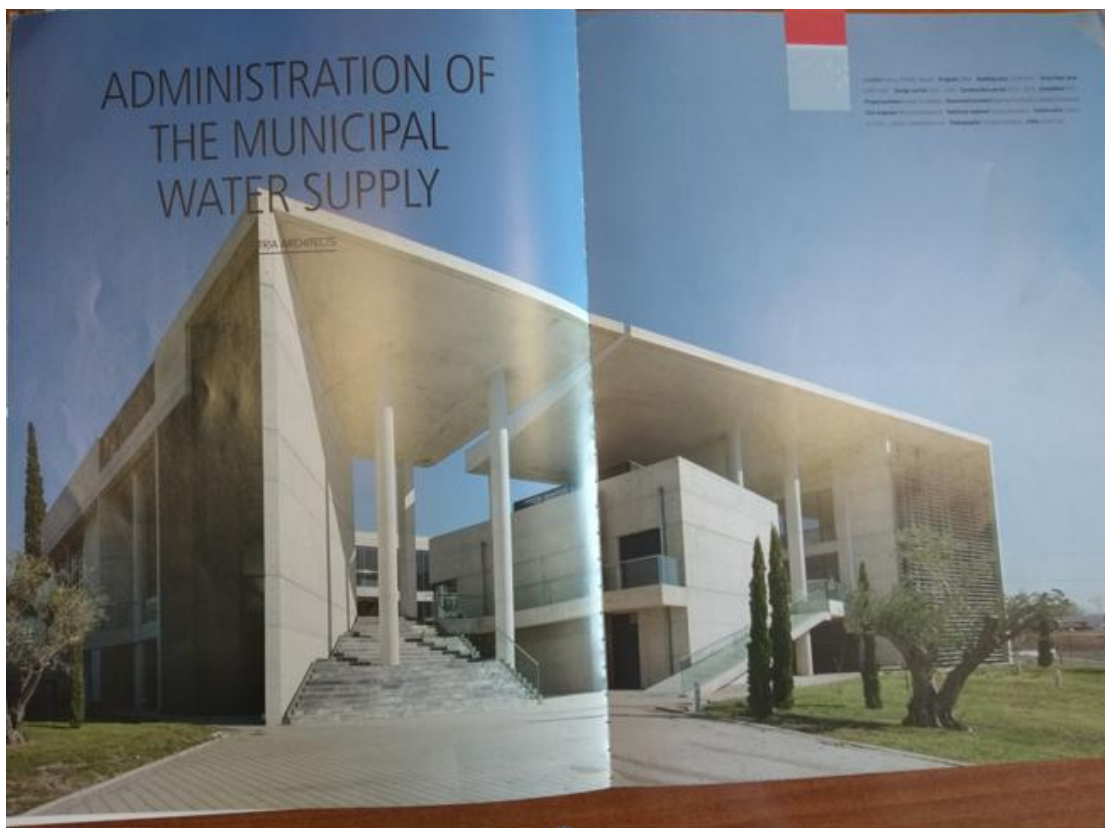


Εικόνα 19 : Τοίχος με ορισμένες από τις δημοσιεύσεις αρχιτεκτονικών περιοδικών

Ενδεικτικά ακολουθεί το αφιέρωμα περιοδικού από τη Νότιο Κορέα στις εικόνες 20,21,22 και στην εικόνα 23 το αφιέρωμα από το περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ (2020).



Εικόνα 20 : Αρχιτεκτονικό περιοδικό Νοτίου Κορέας (2018)



Εικόνα 21 : Αρχιτεκτονικό περιοδικό Νοτίου Κορέας (2018)



Εικόνα 22 : Αρχιτεκτονικό περιοδικό Νοτίου Κορέας (2018)



Εικόνα 23 : Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ (2020)



Μπορούν να εντοπισθούν και άλλες δημοσιεύσεις παλαιότερες και νεότερες όπως του περιοδικού ΚΤΙΡΙΟ (2016), του περιοδικού HINGE και του περιοδικού MIMARLIK.



Εικόνα 24 : Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ (2016)



Εικόνα 25 : Περιοδικό HINGE



Εικόνα 26 : Περιοδικό MIMARLIK

4.11 Ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου

Η ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου διενεργήθηκε από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή **Σίμο Β. Σίμο** ο οποίος είναι Μηχανολόγος Μηχανικός, με την συνεργασία του Ενεργειακού Επιθεωρητή **Δημητρίου Μπάτσιαρη**, επίσης Μηχανολόγου Μηχανικού.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου λήφθηκαν υπόψη :

- Ο Νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. [36]
- Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010). [37]
- Οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού :
 - 20701-1/2014: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», [38]
 - 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», [39]
 - 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων», [40]
 - 20701-4/2010: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων λεβήτων & εγκαταστάσεων Θέρμανσης & εγκαταστάσεων Κλιματισμού» [41]

Για της ανάγκες της επιθεώρησης είχαν παραδοθεί από τον ιδιοκτήτη του κτηρίου όλες οι αρχιτεκτονικές και Η/Μ Μελέτες Εφαρμογής.

Επίσης είχαν δοθεί στοιχεία για τις καταναλώσεις μέσω του συστήματος BMS του κτηρίου .

Έγινε επί τόπου καταγραφή – έλεγχος των στοιχείων που παραδόθηκαν και κατόπιν ακολούθησε η έκδοση του ενεργειακού πιστοποιητικού.

Για την έκδοση του πιστοποιητικού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό :
TEE KENAK S/N μηχανής TEE: TCTMD6B7FQ9JQPKI - έκδοση: 1.28.1.73
4M-KENAK Version: 1.00, S/N: 17613626, Αρ. έγκρισης: 1935/6.12.2010

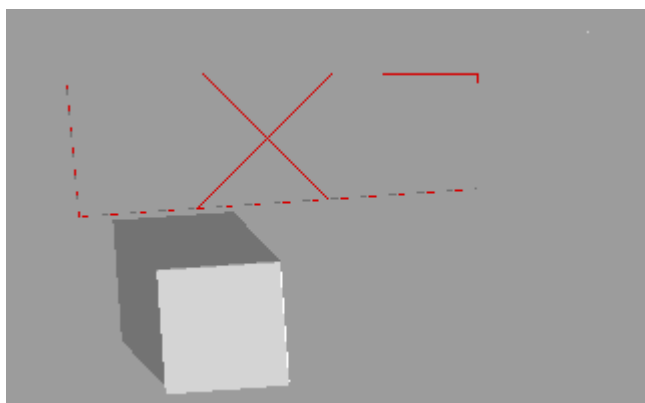
4.11.1 Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο

Η ανέγερση του κτηρίου έχει γίνει εντός αραιοδομημένου αστικού ιστού επιτρέποντας σε μεγάλο βαθμό τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

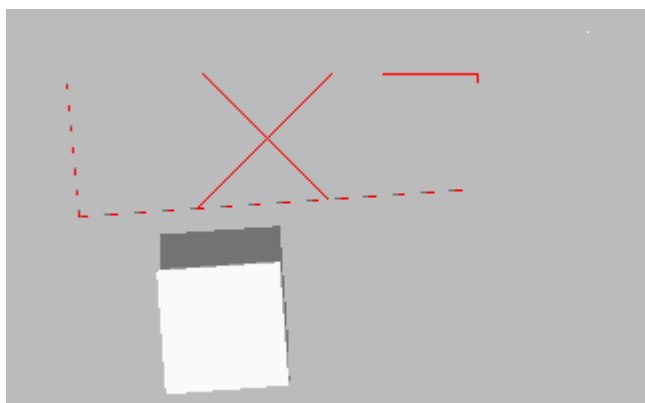
Η χωροθέτησή του στο οικόπεδο επιτρέπει την τοποθέτηση όσο το δυνατόν λιγότερων ανοιγμάτων στη βόρεια όψη.

Αντίθετα, στη νότια όψη ο σχεδιασμός εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι τα απέναντι κτίρια είναι χαμηλότερα και σε μεγάλη απόσταση.

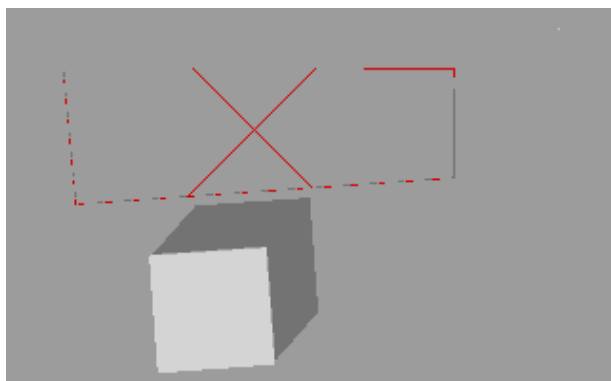
Στις εικόνες 27 – 32 που ακολουθούν δίνεται ο σκιασμός του οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος).



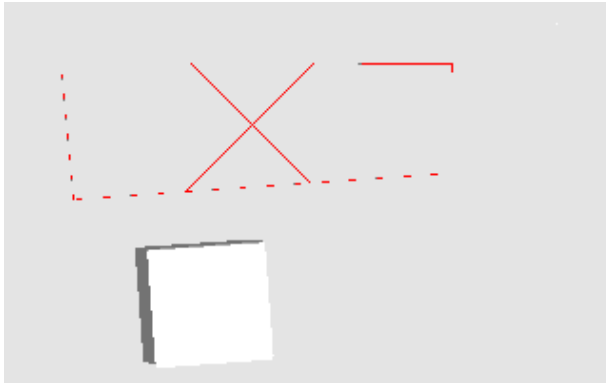
Εικόνα 27: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 09:00



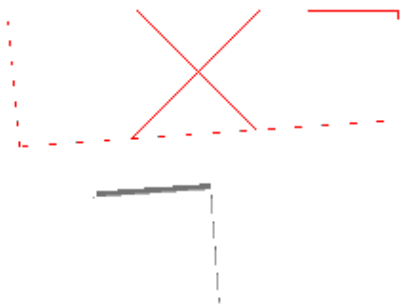
Εικόνα 28: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00



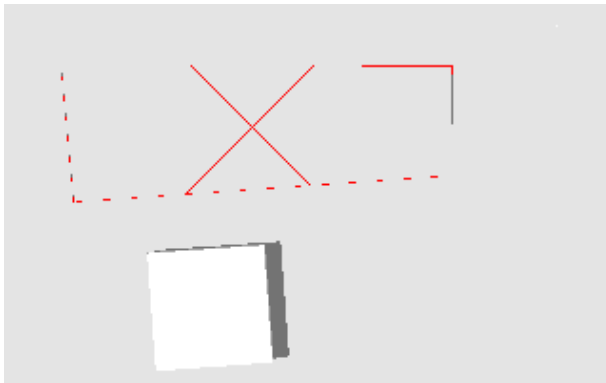
Εικόνα 29: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 15:00



Εικόνα 30: Σκιασμός του ακοπέδου την 21^η Ιουνίου, ώρα 09:00



Εικόνα 31: Σκιασμός του ακοπέδου την 21^η Ιουνίου, ώρα 12:00



Εικόνα 32: Σκιασμός του ακοπέδου την 21^η Ιουνίου, ώρα 15:00

4.11.2 Στοιχεία του κτηρίου για τον υπολογισμό

Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., το οποίο προβλέπει ότι για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηγαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

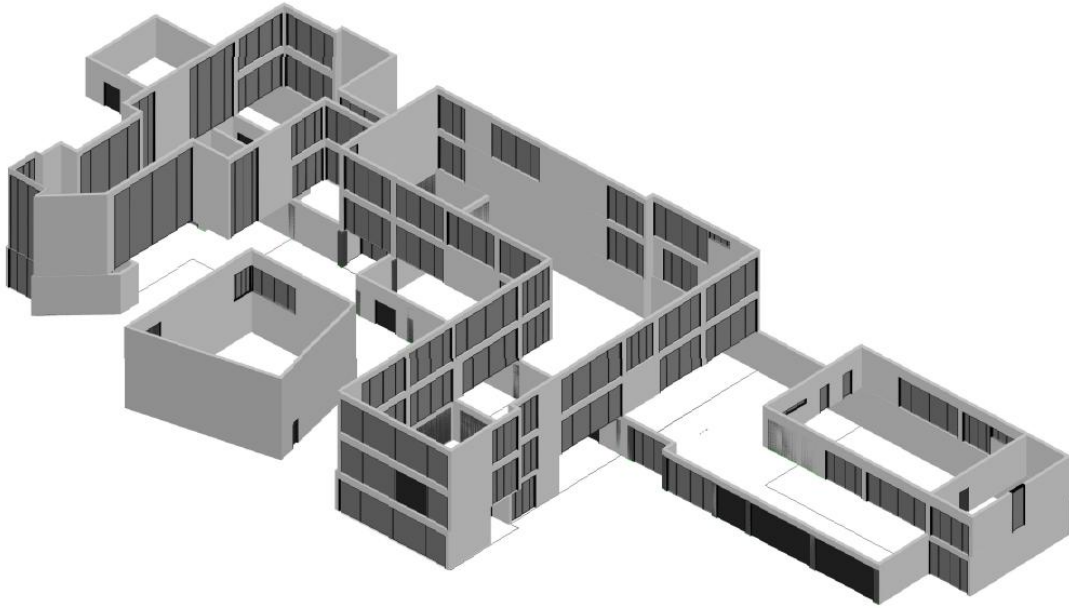
Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης. Συνεπώς για το υπό μελέτη κτήριο εκδόθηκε Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) για αντίστοιχη κύρια χρήση: **Γραφεία**.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίστηκαν τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Ε.ν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτηρίου, Γραφεία,
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από τη μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.

Στην συνέχεια παρατίθεται και η αξονομετρική απεικόνιση του κτηρίου η οποία προσφέρει μια καλύτερη εμποπτεία της όλης κατασκευής.



Σχήμα 20 : Αξονομετρική απεικόνιση του κτηρίου

4.11.3 Κλιματικά δεδομένα

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Λαμίας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και συμφωνούν με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών".

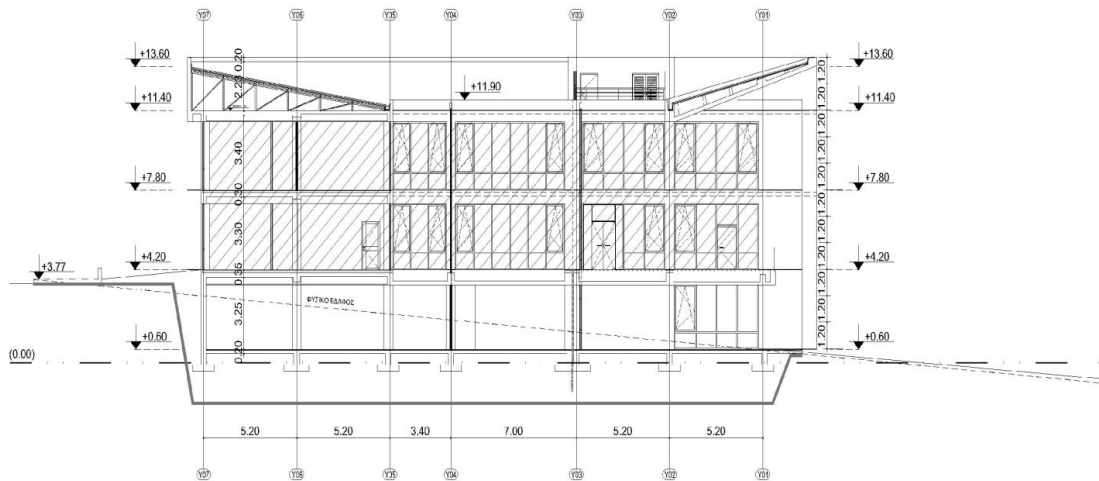
Για τους υπολογισμούς ελήφθη υπόψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Λαμίας.

Το υψόμετρο της περιοχής όπου έχει κατασκευασθεί το κτήριο είναι μικρότερο από τα 500 m.

Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

Το ισόγειο και ο όροφος γραφείων όπως και ο όροφος του χημείου και ο χώρος πολλαπλών χρήσεων θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι.

Το ημιυπόγειο και οι βοηθητικοί του χώροι, θεωρούνται μη θερμαινόμενοι χώροι.



T O M H B - B

Στο σχήμα 21: δίνονται σε τομή και σκιαγραφημένοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου.

4.11.4 Θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εσωτερικά, ενώ οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν θερμομόνωση στον πυρήνα. Το δώμα του κτηρίου, όπως επίσης και οι απολήξεις των κλιμακοστασίων έχουν θερμομόνωση από την άνω παρειά τους, ενώ το δάπεδο του ισόγειου προς Piloti και προς μη θερμαινόμενους χώρους, έχουν θερμομόνωση στην κάτω παρειά τους.

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου έγιναν έχοντας υπόψη τα εξής:

1. για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους,

2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης θεωρούνται αδιαβατικά,

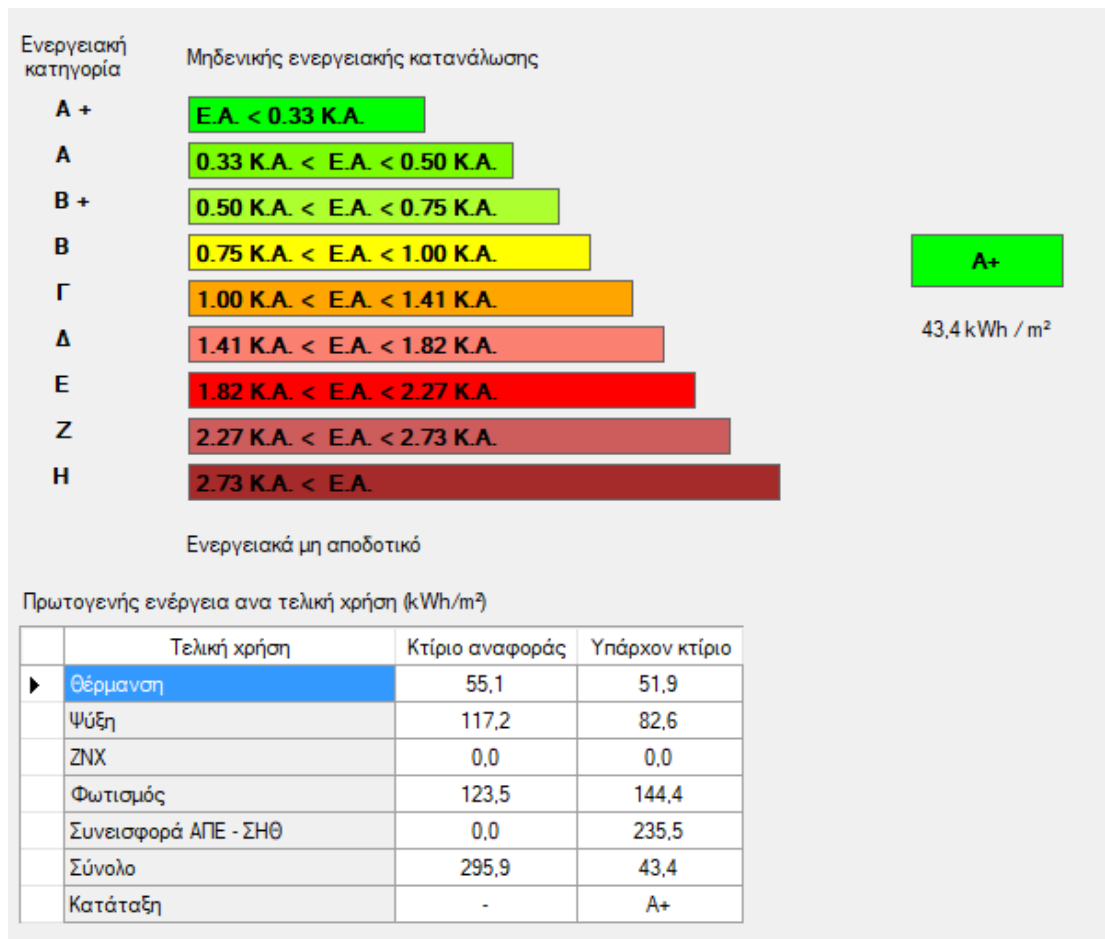
3. τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,

4. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους,

5. σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

4.11.5 Ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου

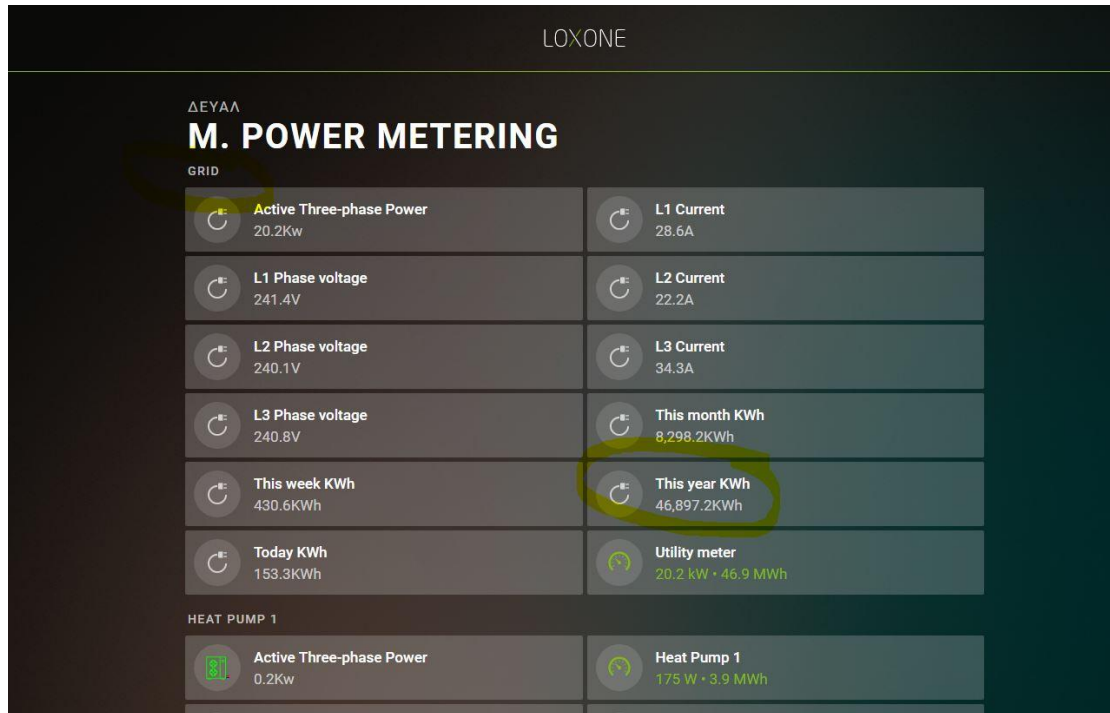
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, προέκυψε ότι ανήκει στην κατηγορία **A+**.



Σχήμα 22: Ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

4.11.6 Στοιχεία πραγματικών καταναλώσεων

Η πραγματική κατανάλωση του κτηρίου προκύπτει από τα διαθέσιμα στοιχεία του BMS




Εικόνα 33: Συνολική κατανάλωση 10μηνου 01/01/2017-31/10/2017



Εικόνα 34: Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά 10μηνου 01/01/2017-31/10/2017

4.11.7 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Για το κτήριο εκδόθηκε το ενεργειακό πιστοποιητικό με στοιχεία
 Α.Π.: 231997/2017 Α.Α.: 4VM8Y-TP0XJ-VFW60-3, όπως απεικονίζεται στα σχήματα 23 και
 24 που ακολουθούν.

Α.Π.: 231997/2017 Α.Α.: 4VM8Y-TP0XJ-VFW60-3	
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	<p>ΧΡΗΣΗ: Γραφεία Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Κτηριακή Μονάδα <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας: Κλιματική Ζώνη: Β Διεύθυνση: Α. ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ & Τ. ΙΣΑΑΚ Τ.Κ.: 35133 Πόλη: ΛΑΜΙΑ Έτος κατασκευής: 2016 Συνολική επιφάνεια [m²]: 3396.8 Θερμαινόμενη επιφάνεια [m²]: 2117.1 Όνομα ιδιοκτήτη: Δ.Ε.Υ.Α ΛΑΜΙΑΣ</p> 
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
$EP \leq 0,33 \cdot R_{R}$ A+	A+
$0,33 \cdot R_{R} < EP \leq 0,5 \cdot R_{R}$ A	
$0,5 \cdot R_{R} < EP \leq 0,75 \cdot R_{R}$ B+	
$0,75 \cdot R_{R} < EP \leq 1,0 \cdot R_{R}$ B	
$1,0 \cdot R_{R} < EP \leq 1,41 \cdot R_{R}$ Γ	
$1,41 \cdot R_{R} < EP \leq 1,82 \cdot R_{R}$ Δ	
$1,82 \cdot R_{R} < EP \leq 2,27 \cdot R_{R}$ Ε	
$2,27 \cdot R_{R} < EP \leq 2,73 \cdot R_{R}$ Ζ	
$2,73 \cdot R_{R} < EP$ Η	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου αναφοράς [kWh/m ²):	295.9
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²):	43.4
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²):	253.7
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂	
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²): 4.49 Καύσιμα [kWh/m ²): 0.0	Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²): 13.03	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²): 4.44	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>
	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

Σχήμα 23: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου.

Α.Π.: 231997/2017 Α.Α.: 4VM8Y-TP0XJ-VFW60-3							
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ							
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (%)		
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	Ηλεκτρική	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	266.58		
	Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
		Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
		Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
	ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	1456.15	
Βιομάζα		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0		
Γεωθερμία		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0		
Άλλο:		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0		
Σύνολο					1456.15		
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]							
Θέρμανση: 51.9			Ψύξη: 82.6				
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : 0.0			Φωτισμός : 144.4				
ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-) 235.5							
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1.							
2.							
3.							
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]	
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]			
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.							
Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: 31/10/2017 Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: ΣΙΜΟΣ ΣΙΜΟΣ Α.Μ. Επιθεωρητή: 1031				Σφραγίδα: Υπογραφή:			

Σχήμα 24: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Εξοικονόμηση ενέργειας από υποδειγματικά κτήρια ΚΣΜΚΕ από τον Διεθνή και τον Ελληνικό χώρο.

Η κατασκευή κτηρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας αποσκοπεί στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων και ενέργειας. Ως εκ τούτου έχουν ιδιαίτερη σημασία οι επιδόσεις των κτηρίων στους τομείς αυτούς.

Στην συνέχεια παρατίθενται ορισμένα κτήρια τα οποία ενσωματώνουν τεχνολογίες που έχουν ως στόχο τους την μείωση του ενεργειακού τους αποτυπώματος και που κατά γενική ομολογία τα έχουν καταφέρει πολύ καλά, σε αυτή την κατεύθυνση.

5.1 Το κτήριο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας το οποίο αναβαθμίστηκε ενεργειακά με την εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.



Εικόνα 35: Το κτήριο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας

Η θέρμανση – ψύξη, καθώς και ο αερισμός του νέου κτηρίου γίνεται με την εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας. Πρόκειται για το μεγαλύτερο έργο γεωθερμίας στη χώρα. Συνδυάζονται και τα τρία είδη γεωεναλλακτών (οριζόντιος, κλειστός κατακόρυφος, ανοικτός κατακόρυφος), ενώ η θερμική τους ισχύς ανέρχεται στα 850 kW και θα καλύπτει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό τις ανάγκες του κτηρίου σε θέρμανση και ψύξη. Έτσι η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι της τάξεως του **70%** σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο). [42]

5.2 Το κτήριο Gateway Center στη Νέα Υόρκη



Εικόνα 36: Το Gateway Center

Η σχολή περιβαλλοντικής επιστήμης και δασκομίας SUNY-ESF Gateway Center που βρίσκεται στην Νέα Υόρκη μετέτρεψε έναν εγκαταλελειμμένο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων σε ένα κτήριο πρότυπο περιβαλλοντικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Η συνολική έκταση που καταλαμβάνει ξεπερνά τα 5.000 τετραγωνικά μέτρα και εκτείνεται σε τρεις ορόφους. Στεγάζονται εγκαταστάσεις και χώροι συγκεντρώσεων και συνεδρίων, καφετέρια, βιβλιοπωλείο, καθώς και γραφεία, αίθουσες και εργαστήρια τόσο για τους φοιτητές όσο και για τους διδάσκοντες.

Είναι ένα κτήριο υψηλής απόδοσης που χρησιμοποιεί οικονομικά εφικτές και τεχνολογικά ορθές στρατηγικές για την λειτουργία του. Χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παράγει την δική του ισχύ, εξοικονομώντας πόρους με καινοτόμες τεχνολογίες.

Το Gateway Center χρησιμοποιεί ένα σύστημα συνδυασμένης θερμότητας και ισχύος (CHP) που αποτελείται από δύο συμπληρωματικά στοιχεία, τροφοδοσία από βιομάζα ώστε να παραχθεί ατμός υψηλής πίεσης για την οδήγηση στροβίλου ατμού και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ με διατάξεις φυσικού αερίου επιτυγχάνεται ισορροπία ηλεκτρικής ενέργειας και ατμού για θέρμανση.

Το σύστημα (CHP) παρέχει στο Gateway Center και σε τέσσερα άλλα κτήρια της πανεπιστημιούπολης, θερμική και ηλεκτρική ενέργεια, καλύπτοντας το **65%** της θέρμανσης της και το **20%** των ηλεκτρικών αναγκών της, μειώνοντας παράλληλα το αποτύπωμα άνθρακα σε όλη την πανεπιστημιούπολη κατά 22%. [43]

5.3 Το οικολογικό πάρκο γραφείων KARELA OFFICE PARK, στην Παιανία Αττικής.



Εικόνα 37: Το Karela Office Park

Είναι ένα τριώροφο κτήριο γραφείων με τρία υπόγεια για στάθμευση. Σε αυτό στεγάζεται μια εταιρεία με 1.800 εργαζόμενους. Η συνολική επιφάνεια του κτηρίου ανέρχεται σε 60.000 τμ (30.000 ανωδομή & 30.000 υπόγεια) και 26.000 τμ περιβάλλοντα χώρο.

Μετά την ολοκλήρωση ενός πλήρους έτους λειτουργίας, προέκυψε ότι η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ανά μ² σε σύγκριση με μία συμβατική κατασκευή ήταν της τάξης του **75%**, ενώ σε επίπεδο κατασκευαστικού κόστους η πρόσθετη δαπάνη ήταν της τάξης του 7% επί του προϋπολογισμού.

Σημείο αναφοράς του κτηρίου είναι η «**πράσινη**» **στέγη**, δηλαδή ένας χώρος πρασίνου επιφάνειας έντεκα στρεμμάτων στην οροφή. [44]

5.4 Το «Crowne Plaza Copenhagen Towers» στην Κοπεγχάγη



Εικόνα 38: Το Crowne Plaza Copenhagen Towers [45]

Το Crowne Plaza Copenhagen Towers είναι ένα ξενοδοχείο στην Κοπεγχάγη. Είναι γνωστό ότι είναι το πρώτο ξενοδοχείο της Δανίας που παράγει όλη του την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.

Οι πύργοι Crowne Plaza της Κοπεγχάγης έχουν **77%** χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με συγκρίσιμα ξενοδοχεία που χρησιμοποιούν συμβατικές τεχνολογίες ενέργειας. Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης του ξενοδοχείου είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης χρησιμοποιώντας ένα προηγμένο σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (ATES) του Aquifer. [46]

5.5 Το «Edge building» στο Άμστερνταμ.



Εικόνα 39: Το Edge building

Το κτήριο Edge στο Άμστερνταμ, είναι ένα πρωτοποριακό παράδειγμα ενός έξυπνου κτηρίου γραφείων στην Ευρώπη. Το κτήριο χρησιμοποιεί κατά **70%** λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια σε σύγκριση με άλλα κτήρια γραφείων. Έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά πάνελ στην οροφή και στην νότια όψη, ενώ υπάρχει και ένα σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας στο υδροφορέα, το οποίο παρέχει όλη την ενέργεια που απαιτείται για θέρμανση και ψύξη. Μια αντλία θερμότητας είναι συνδεδεμένη σε αυτό το σύστημα αποθήκευσης, αυξάνοντας σημαντικά την απόδοση.

Το κτήριο και οι χρήστες του συνδέονται με μια εφαρμογή smartphone, ενώ ο σχεδιασμός, οι λύσεις φωτισμού και το επίπεδο συνδεσιμότητας καθιστούν αυτό το κτήριο γραφείων πρωτοπόρο στον τομέα των έξυπνων κτηρίων. [47]

5.6 Το «Green Lighthouse» του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης.



Εικόνα 40: Το Green Lighthouse

Το συγκεκριμένο κτήριο είναι το πρώτο δημόσιο κτήριο της Δανίας μηδενικής εκπομπής CO₂, εμβαδού E=970,00 μ². Το σχήμα του κτηρίου είναι κυκλικό και οι ρυθμιζόμενες περσίδες της πρόσοψης καθρεφτίζουν την πορεία του ήλιου. Ο ήλιος που αποτελεί την κυρίαρχη πηγή ενέργειας είναι η πρωταρχική ιδέα σχεδιασμού πίσω από το νέο κτήριο. Το Green Lighthouse βασίζεται σε ένα εντελώς νέο πείραμα με μια ενεργειακή ιδέα, που αποτελείται από έναν συνδυασμό τροφοδοσίας τηλεθέρμανσης, φωτοβολταϊκής, ηλιακής θέρμανσης και ψύξης και εποχιακής αποθήκευσης. Μαζί με τις χαμηλές απαιτήσεις ενέργειας θα υπάρξει εξοικονόμηση **80%** σε σύγκριση με μια συμβατική κατασκευή. [48]

Τα προαναφερθέντα κτήρια είναι μελετημένα με διαφορετικές λύσεις περιορισμού της κατανάλωσής τους, ωστόσο όλα εξυπηρετούν με επιτυχία τον σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκαν.

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι σε κατασκευές τέτοιου είδους κτηρίων υψηλού επιπέδου, η εξοικονόμηση ενέργειας προσεγγίζει ποσοστά της τάξεως του 70 έως και 80 τοις εκατό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Εξοικονόμηση ενέργειας του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας σε σχέση με συμβατικό κτήριο

6.1 Εξοικονόμηση ενέργειας σύμφωνα με τις πραγματικές καταναλώσεις του κτηρίου.

6.1.1 Σύγκριση καταναλώσεων ενέργειας συμβατικού και βιοκλιματικού κτηρίου

Κάνοντας χρήση των πραγματικών καταναλώσεων, έχει γίνει μια προσπάθεια σύγκρισης της ενέργειας που θα καταλάωνε το κτήριο εάν είχε κατασκευασθεί ως συμβατικό, σε σχέση το αντίστοιχο βιοκλιματικό κτήριο, αρχικά χωρίς την χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος. [49]

Δηλαδή στο συμβατικό κτήριο θα γίνεται :

- Χρήση λεβήτων πετρελαίου
- Χρήση ψυκτών
- Χρήση συμβατικών λαμπτήρων

Ενώ στο βιοκλιματικό θα γίνεται :

- Χρήση γεωθερμίας
- Χρήση λαμπτήρων led

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης αποτυπώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 9: Σύγκριση εξοικονόμησης ανάμεσα σε συμβατικό και βιοκλιματικό κτήριο

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ (ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ – ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ)			
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ (Kwh/year)	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ (Kwh/year)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ %
ΨΥΞΗ – ΘΕΡΜΑΝΣΗ	103.000	36.083	65%
ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	14.700	14.700	0%
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	29.850	13.658	55%
UPS	26.849	26.849	0%
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	105.550	70.836	33%
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	279.949	167.807	40%

Μπορούμε να διαπιστώσουμε την μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας που μπορούμε να επιτύχουμε κατασκευάζοντας ένα βιοκλιματικό κτήριο με σύγχρονη χρήση γεωθερμίας, σε σχέση με ένα κτήριο συμβατικής κατασκευής.

6.1.2 Σύγκριση μετά τη χρήση φωτοβολταϊκού συστήματος

Ακολούθως έγινε η σύγκριση εξοικονόμησης μετά τη χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος. [49]

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης αποτυπώνονται στον πιο κάτω πίνακα:

Πίνακας 10: Σύγκριση εξοικονόμησης μετά τη χρήση ΦΒ συστήματος

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΦΒ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ				
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ (Kwh/year)	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ (Kwh/year)	ΚΑΛΥΨΗ ΦΒ (Kwh/year)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ %
ΨΥΞΗ – ΘΕΡΜΑΝΣΗ	103.000	36.083	36.083	100%
ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	14.700	14.700	14.700	100%
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	29.850	13.658	13.658	100%
UPS	26.849	26.849		
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	105.550	70.836	47.878	49%
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	279.949	167.807	118.000	

Από αυτή την σύγκριση προκύπτει ότι με τη χρήση ΦΒ συστημάτων υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης σημαντικότερου μέρους της απαιτούμενης ενέργειας ενός κτηρίου, ιδιαίτερως εάν το κτήριο λόγω του βιοκλιματικού του σχεδιασμού απαιτεί σχετικά χαμηλά ποσά ενέργειας.

6.1.3 Τελική σύγκριση εξοικονόμησης ενέργειας

Η τελική σύγκριση εξοικονόμησης ενέργειας δίνεται στους δύο πίνακες που ακολουθούν και από τους οποίους προκύπτει το σημαντικότερο όφελος σε κατανάλωση που έχει ένα βιοκλιματικού σχεδιασμού κτήριο στο οποίο έχει τοποθετηθεί φωτοβολταϊκό σύστημα σε σχέση με ένα συμβατικά κατασκευασμένο κτήριο. [49]

Πίνακας 11: Τελική σύγκριση εξοικονόμησης επί τοις εκατό

ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΠΙ ΤΟΙΣ ΕΚΑΤΟ				
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ (Kwh/year)	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ (Kwh/year)	ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΦΒ (Kwh/year)	ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ %	ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ %
279.949	167.807	50.000	82%	70%

Πίνακας 12: Τελική σύγκριση εξοικονόμησης σε ΕΥΡΩ

ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ σε ΕΥΡΩ				
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ (€/year)	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ (€/year)	ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΦΒ (€/year)	ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ (€/year)	ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ (€/year)
55.989,80	33.561,40	10.000,00	45.989,80	23.561,40

6.2 Υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας που επιτυγχάνεται με την χρήση φωτοβολταϊκών και γεωθερμίας.

Το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας εκτός από τα βιοκλιματικά του χαρακτηριστικά έχει την δυνατότητα να λαμβάνει ενεργειακά οφέλη τόσο από την χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ, όσο και από ένα εκτεταμένο δίκτυο αβαθούς γεωθερμίας όπως αυτά έχουν περιγραφεί αναλυτικότερα σε προηγούμενα κεφάλαια.

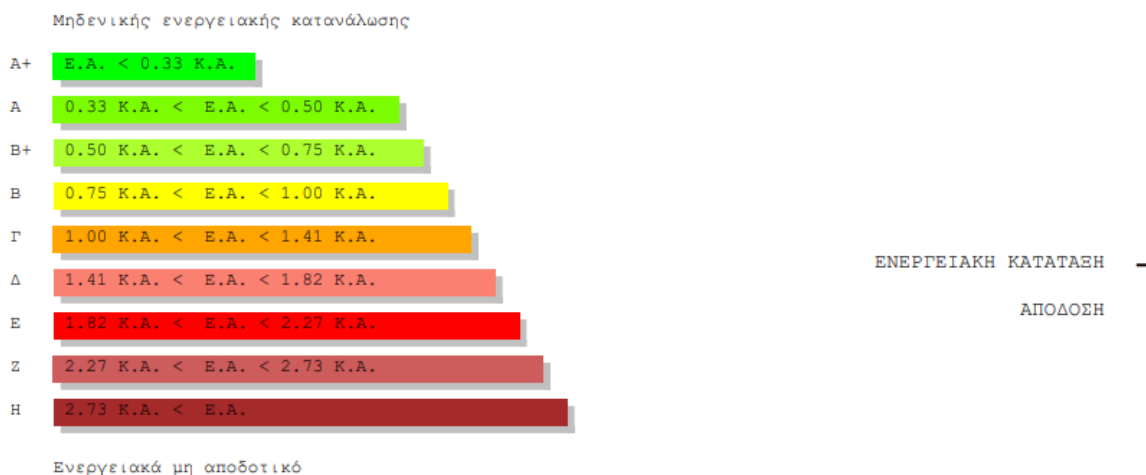
Προκειμένου όμως να υπάρξει καλύτερη αντίληψη στα θέματα της ενεργειακής κατανάλωσης – εξοικονόμησης του κτηρίου θα παραθέσουμε εκ νέου στοιχεία του κτηρίου αναφοράς βάσει του οποίου έγινε η ενεργειακή μελέτη, στοιχεία του κτηρίου όπως είναι κατασκευασμένο, αλλά και δύο σενάρια σύμφωνα με τα οποία το κτήριο στο πρώτο από αυτά δεν διαθέτει φωτοβολταϊκά πάνελ, ενώ στο δεύτερο δεν διαθέτει γεωθερμικές αντλίες.

Ακολούθως θα γίνει σχολιασμός των αποτελεσμάτων αναφορικά με την ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου σε κάθε ένα από τα σενάρια, όπως και ποιο από τα δύο συστήματα (φωτοβολταϊκά ή γεωθερμία) προσφέρει μεγαλύτερα ενεργειακά οφέλη στην κατασκευή.

Η επίλυση των σεναρίων έγινε, όπως και για την έκδοση του ενεργειακού πιστοποιητικού με τη χρήση του λογισμικού :
ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19

6.2.1 Στοιχεία του κτηρίου αναφοράς.

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19



ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	11.7	0.0	0.0	10.5
ΦΕΒ	9.8	0.0	0.0	9.5
ΜΑΡ	9.1	0.0	0.0	10.5
ΑΠΡ	3.0	0.0	0.0	10.2
ΜΑΙ	0.0	8.8	0.0	10.5
ΙΟΥΝ	0.0	27.9	0.0	10.2
ΙΟΥΛ	0.0	41.7	0.0	10.5
ΑΥΓ	0.0	29.3	0.0	10.5
ΣΕΠ	0.0	9.4	0.0	10.2
ΟΚΤ	1.6	0.0	0.0	10.5
ΝΟΕ	8.7	0.0	0.0	10.2
ΔΕΚ	11.2	0.0	0.0	10.5
ΣΥΝ	55.1	117.2	0.0	123.5

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

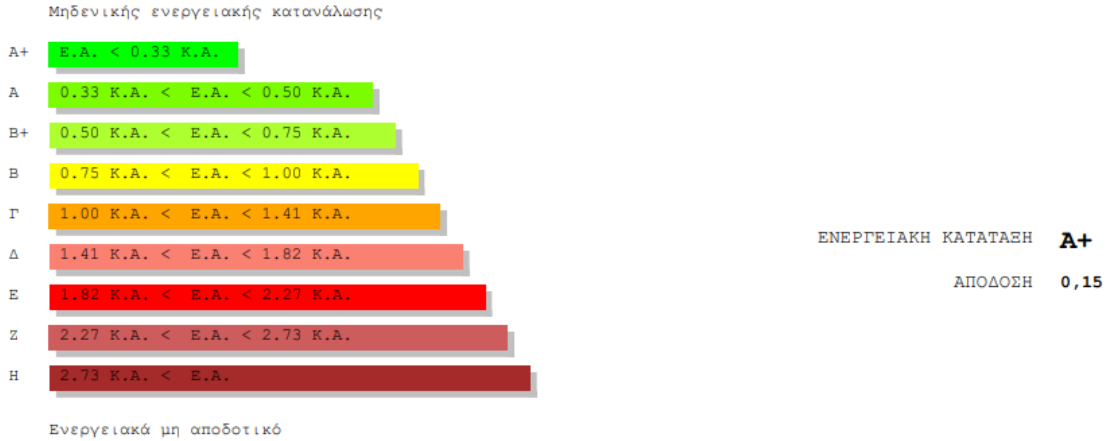
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
(kWh/m ²)			
4.6	0.0	0.0	0.0
3.3	0.0	0.0	0.0
1.9	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0
0.0	5.7	0.0	0.0
0.0	20.2	0.0	0.0
0.0	33.0	0.0	0.0
0.0	21.2	0.0	0.0
0.0	6.3	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
1.7	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0
15.6	86.4	0.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
(kWh/m ²)				
ΙΑΝ	4.0	0.0	0.0	3.6
ΦΕΒ	3.4	0.0	0.0	3.3
ΜΑΡ	3.1	0.0	0.0	3.6
ΑΠΡ	1.1	0.0	0.0	3.5
ΜΑΙ	0.0	3.0	0.0	3.6
ΙΟΥΝ	0.0	9.6	0.0	3.5
ΙΟΥΛ	0.0	14.4	0.0	3.6
ΑΥΓ	0.0	10.1	0.0	3.6
ΣΕΠ	0.0	3.2	0.0	3.5
ΟΚΤ	0.6	0.0	0.0	3.6
ΝΟΕ	3.0	0.0	0.0	3.5
ΔΕΚ	3.9	0.0	0.0	3.6
ΕΥΝ	19.0	40.4	0.0	42.6

6.2.2 Στοιχεία του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας όπως έχει κατασκευασθεί.

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19



ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	11.0	0.0	0.0	12.3
ΦΕΒ	9.3	0.0	0.0	11.1
ΜΑΡ	8.7	0.0	0.0	12.3
ΑΠΡ	2.8	0.0	0.0	11.9
ΜΑΙ	0.0	6.3	0.0	12.3
ΙΟΥΝ	0.0	20.0	0.0	11.9
ΙΟΥΛ	0.0	28.8	0.0	12.3
ΑΥΓ	0.0	20.9	0.0	12.3
ΣΕΠ	0.0	6.6	0.0	11.9
ΟΚΤ	1.3	0.0	0.0	12.3
ΝΟΕ	8.3	0.0	0.0	11.9
ΔΕΚ	10.5	0.0	0.0	12.3
ΣΥΝ	51.9	82.6	0.0	144.4

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
(kWh/m ²)			
5.3	0.0	0.0	0.0
3.9	0.0	0.0	0.0
2.2	0.0	0.0	0.0
0.2	0.0	0.0	0.0
0.0	5.6	0.0	0.0
0.0	20.7	0.0	0.0
0.0	34.0	0.0	0.0
0.0	21.7	0.0	0.0
0.0	6.2	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0
4.7	0.0	0.0	0.0
18.2	88.1	0.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
(kWh/m ²)				
ΙΑΝ	3.8	0.0	0.0	4.2
ΦΕΒ	3.2	0.0	0.0	3.8
ΜΑΡ	3.0	0.0	0.0	4.2
ΑΠΡ	1.0	0.0	0.0	4.1
ΜΑΙ	0.0	2.2	0.0	4.2
ΙΟΥΝ	0.0	6.9	0.0	4.1
ΙΟΥΛ	0.0	10.0	0.0	4.2
ΑΥΓ	0.0	7.2	0.0	4.2
ΣΕΠ	0.0	2.3	0.0	4.1
ΟΚΤ	0.5	0.0	0.0	4.2
ΝΟΕ	2.9	0.0	0.0	4.1
ΔΕΚ	3.6	0.0	0.0	4.2
ΣΥΝ	17.9	28.5	0.0	49.8

Συστήματα θέρμανσης ενεργειακού πιστοποιητικού

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	137.7000	1	4.3900	0.50	0.50	0.50	0.50	0	0	0	0	0	0	0.50	0.50
2	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	137.7000	1	4.3900	0.50	0.50	0.50	0.50	0	0	0	0	0	0	0.50	0.50
* 3				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	275.4000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9809	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1		

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Βα

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	119.3000	1	4.6900	0	0	0	0	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0	0	0
2	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	119.3000	1	4.6900	0	0	0	0	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0	0	0
* 3				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	238.6000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9850	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	Στάθια μόνο για ΚΚΜ	0.9900

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	13	0.6000
2	Αντλίες	2	3.0000
3	Αντλίες	2	4.0000
* 4		1	0

6.2.3 Σενάριο 1^ο για το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας χωρίς φωτοβολταϊκά (μόνο με γεωθερμία).

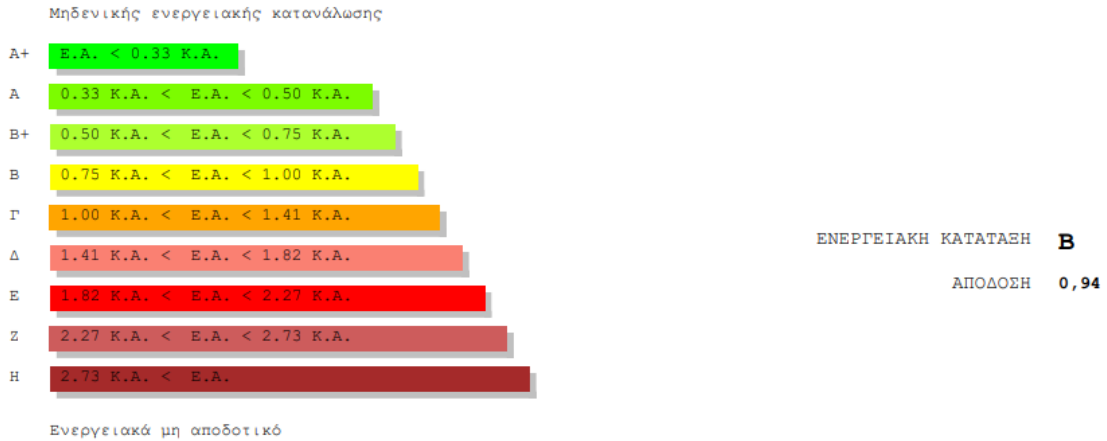
Προκειμένου να γίνει ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης χωρίς φωτοβολταϊκά καταργούμε την υφιστάμενη επιλογή. (Σενάριο 1^ο).

Επιλέξτε τα συστήματα του κτηρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | **Φωτοβολταϊκά**

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)
▶	Πολυκρυσταλλικό	0.15	290	30	177	15	1.0
	Πολυκρυσταλλικό	0.15	165	20	267	15	1.0
	Πολυκρυσταλλικό	0.15	235	30	87	15	1.0
	Πολυκρυσταλλικό	0.15	60	8	177	90	0.80
	Πολυκρυσταλλικό	0.15	60	8	267	90	1.0
	Πολυκρυσταλλικό	0.15	60	8	87	90	0.90
*							1

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19



ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	11.0	0.0	0.0	12.3
ΦΕΒ	9.3	0.0	0.0	11.1
ΜΑΡ	8.7	0.0	0.0	12.3
ΑΠΡ	2.8	0.0	0.0	11.9
ΜΑΙ	0.0	6.3	0.0	12.3
ΙΟΥΝ	0.0	20.0	0.0	11.9
ΙΟΥΛ	0.0	28.8	0.0	12.3
ΑΥΓ	0.0	20.9	0.0	12.3
ΣΕΠ	0.0	6.6	0.0	11.9
ΟΚΤ	1.3	0.0	0.0	12.3
ΝΟΕ	8.3	0.0	0.0	11.9
ΔΕΚ	10.5	0.0	0.0	12.3
ΣΥΝ	51.9	82.6	0.0	144.4

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
(kWh/m ²)			
5.3	0.0	0.0	0.0
3.9	0.0	0.0	0.0
2.2	0.0	0.0	0.0
0.2	0.0	0.0	0.0
0.0	5.6	0.0	0.0
0.0	20.7	0.0	0.0
0.0	34.0	0.0	0.0
0.0	21.7	0.0	0.0
0.0	6.2	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0
4.7	0.0	0.0	0.0
18.2	88.1	0.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	3.8	0.0	0.0	4.2
ΦΕΒ	3.2	0.0	0.0	3.8
ΜΑΡ	3.0	0.0	0.0	4.2
ΑΠΡ	1.0	0.0	0.0	4.1
ΜΑΙ	0.0	2.2	0.0	4.2
ΙΟΥΝ	0.0	6.9	0.0	4.1
ΙΟΥΛ	0.0	10.0	0.0	4.2
ΑΥΓ	0.0	7.2	0.0	4.2
ΣΕΠ	0.0	2.3	0.0	4.1
ΟΚΤ	0.5	0.0	0.0	4.2
ΝΟΕ	2.9	0.0	0.0	4.1
ΔΕΚ	3.6	0.0	0.0	4.2
ΣΥΝ	17.9	28.5	0.0	49.8

6.2.4 Σενάριο 2^ο για το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας χωρίς γεωθερμία (μόνο με φωτοβολταϊκά).

Συστήματα θέρμανσης με συμβατική αντλία θερμότητας (Σενάριο 2^ο)

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύψρον Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	137.7000	1	2.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0	0	0	0	0	0	0.50	0.50	
2	Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	137.7000	1	2.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0	0	0	0	0	0	0.50	0.50	
* 3				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	275.4000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9809	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Στάθια (μόνο για ΚΚΜ)	0.9900	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	13	0.6000
2	Αντλίες	2	3.0000
3	Αντλίες	2	4.0000
* 4		1	0

Συστήματα ψύξης με συμβατική αντλία θερμότητας (Σενάριο 2^ο)

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύψρον Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	119.3000	1	2.5	0	0	0	0	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0	0	0	
2	Υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	119.3000	1	2.5	0	0	0	0	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0	0	0	
* 3				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	238.6000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9850	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

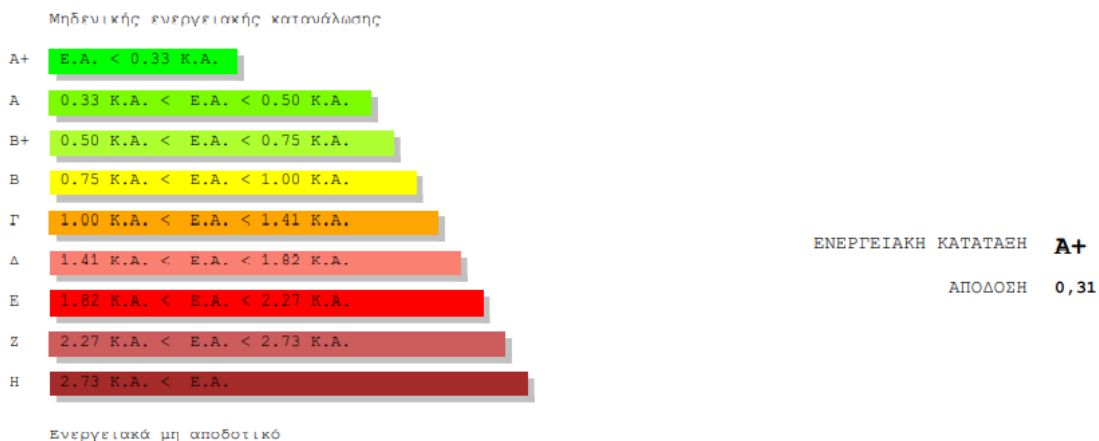
	Τύπος	Β. Αν. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Στάθια (μόνο για ΚΚΜ)	0.9900	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	13	0.6000
2	Αντλίες	2	3.0000
3	Αντλίες	2	4.0000
* 4		1	0

«Κτήρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης: Η περίπτωση του κτηρίου της Δ.Ε.Υ.Α. Λαμίας»
Ιωάννης Α. Μάρκου

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19



ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	14.1	0.0	0.0	12.3
ΦΕΒ	11.5	0.0	0.0	11.1
ΜΑΡ	10.0	0.0	0.0	12.3
ΑΠΡ	2.9	0.0	0.0	11.9
ΜΑΙ	0.0	9.4	0.0	12.3
ΙΟΥΝ	0.0	31.6	0.0	11.9
ΙΟΥΛ	0.0	48.1	0.0	12.3
ΑΥΓ	0.0	33.1	0.0	12.3
ΣΕΠ	0.0	10.0	0.0	11.9
ΟΚΤ	1.3	0.0	0.0	12.3
ΝΟΕ	9.5	0.0	0.0	11.9
ΔΕΚ	13.2	0.0	0.0	12.3
ΣΥΝ	62.6	132.2	0.0	144.4

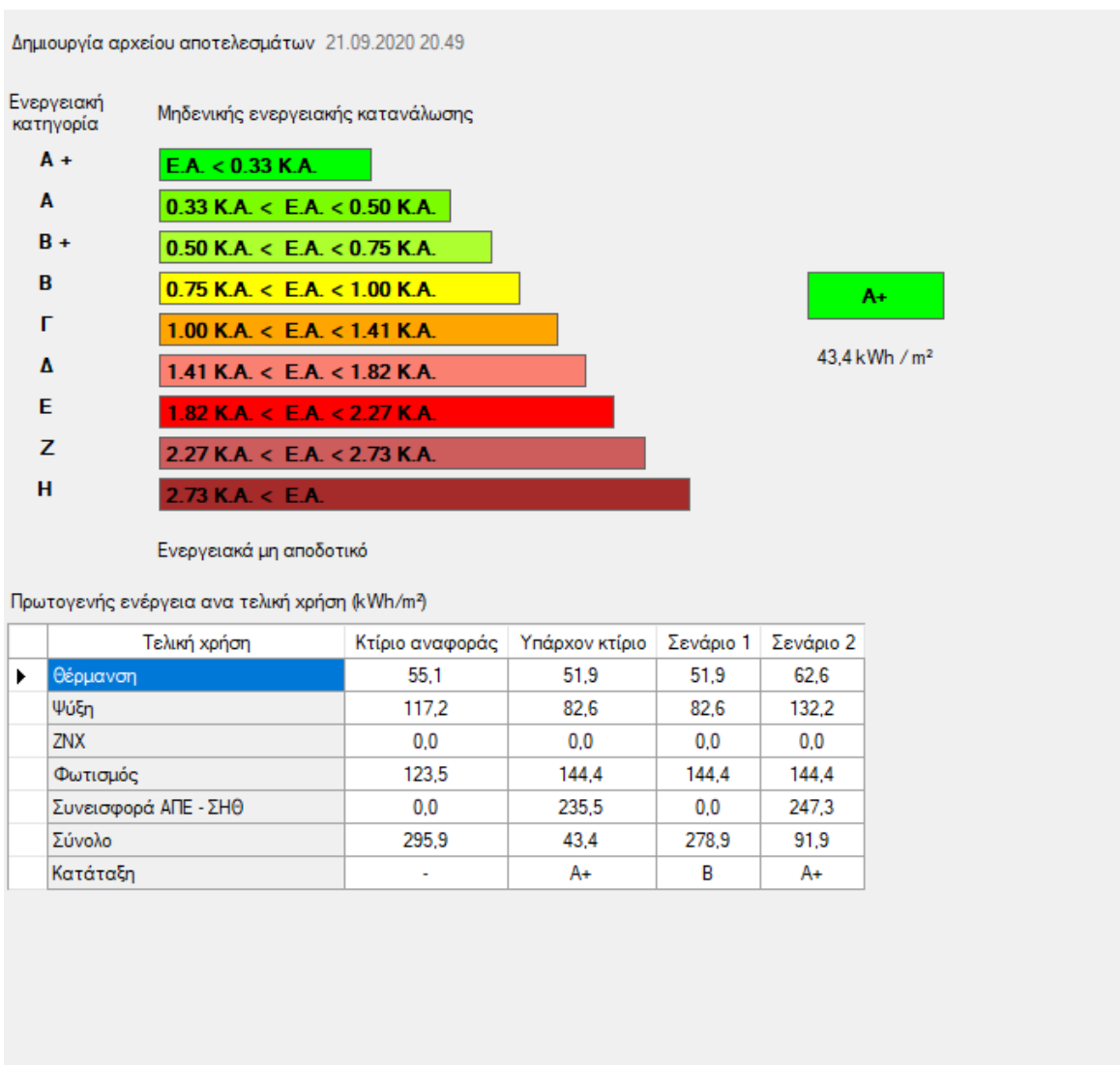
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
(kWh/m ²)			
5.3	0.0	0.0	0.0
3.9	0.0	0.0	0.0
2.2	0.0	0.0	0.0
0.2	0.0	0.0	0.0
0.0	5.6	0.0	0.0
0.0	20.7	0.0	0.0
0.0	34.0	0.0	0.0
0.0	21.7	0.0	0.0
0.0	6.2	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0
4.7	0.0	0.0	0.0
18.2	88.1	0.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
(kWh/m ²)				
ΙΑΝ	4.8	0.0	0.0	4.2
ΦΕΒ	4.0	0.0	0.0	3.8
ΜΑΡ	3.5	0.0	0.0	4.2
ΑΠΡ	1.0	0.0	0.0	4.1
ΜΑΙ	0.0	3.3	0.0	4.2
ΙΟΥΝ	0.0	10.9	0.0	4.1
ΙΟΥΛ	0.0	16.6	0.0	4.2
ΑΥΓ	0.0	11.4	0.0	4.2
ΣΕΠ	0.0	3.5	0.0	4.1
ΟΚΤ	0.5	0.0	0.0	4.2
ΝΟΕ	3.3	0.0	0.0	4.1
ΔΕΚ	4.6	0.0	0.0	4.2
ΣΥΝ	21.6	45.6	0.0	49.8

6.2.5 Τελική σύγκριση κτηρίου αναφοράς – υφιστάμενου κτηρίου – 1^ο σεναρίου (μόνο με γεωθερμία) – 2^ο σεναρίου (μόνο με φωτοβολταϊκά).



6.2.6 Συμπεράσματα από τα αποτελέσματα των δύο σεναρίων.

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας προσφέρουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από το σύστημα γεωθερμίας. Αυτό οφείλεται στην εξαιρετικά μεγάλη έκταση που καταλαμβάνουν τα πάνελ στο κτήριο.

Στο 1^ο σενάριο κατά το οποίο η μόνη πηγή που προσφέρει ενέργεια στο κτήριο είναι οι γεωθερμικές αντλίες, το κτήριο κατατάσσεται στην **B** ενεργειακή κατηγορία. Μάλιστα παρατηρώντας τον λόγο της πρωτογενούς του ενέργειας ανά τελική χρήση προς την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς, προκύπτει απόδοση 0,94. Τα όρια της κατηγορίας B κυμαίνονται από 0,75 έως 1,00 πράγμα που σημαίνει ότι μόνο με γεωθερμία το κτήριο προσεγγίζει τις μέγιστες καταναλώσεις της κατηγορίας αυτής.

Στο 2^ο σενάριο η μόνη πηγή που προσφέρει ενέργεια στο κτήριο είναι τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Το κτήριο κατατάσσεται στην **A+** ενεργειακή κατηγορία. Ο λόγος της πρωτογενούς του ενέργειας ανά τελική χρήση προς την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς, μας δίνει απόδοση 0,31. Τα όρια της κατηγορίας A+ κυμαίνονται από 0 έως 0,33 πράγμα που σημαίνει ότι μόνο με φωτοβολταϊκά πάνελ το κτήριο προσεγγίζει τις μέγιστες καταναλώσεις της κατηγορίας αυτής.

Να σημειωθεί ότι το κτήριο όπως είναι κατασκευασμένο ανήκει στην **A+** ενεργειακή κατηγορία, καθώς επιτυγχάνει εξαιρετικά χαμηλή απόδοση 0,15.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Τα κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας είναι πλέον πραγματικότητα και στην Ελλάδα.

Μπορούν να κατασκευασθούν, ωστόσο το κόστος τους είναι σημαντικά πιο μεγάλο από τις συμβατικές κατασκευές, παρ' όλο που μελλοντικά υπάρχει η δυνατότητα απόσβεσής του.

Οδεύουμε σε μια εποχή που τα κτήρια θα έχουν ενσωματωμένα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας και προηγμένες τεχνολογικές λύσεις, διαμορφωμένες κατάλληλα για τις ανάγκες του κάθε κτίσματος.

Η νέα πραγματικότητα στον κτηριακό τομέα θα είναι η χρήση ZEB τεχνολογιών τόσο στην κατασκευή όσο και στην ανακαίνιση των κτηρίων.

Τα κτήρια βρίσκονται στον πυρήνα ενός ενεργειακού συστήματος χωρίς άνθρακα. Γίνονται πλέον πιο ευέλικτα, ανθεκτικά και αποδοτικά, καθώς εξοικονομούν – παράγουν – αποθηκεύουν – και προμηθεύουν ενέργεια.

Τα έξυπνα κτήρια αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο προαγωγής του προτύπου των έξυπνων πόλεων και ενός βιώσιμου τρόπου ζωής

Η επίτευξη της μετάβασης αυτής μπορεί να γίνει αφού προηγηθεί η κατάλληλη εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού ώστε να μπορεί να φέρει εις πέρας όλα τα στάδια υλοποίησης ZEB τεχνολογιών, από την αρχική ενημέρωση των ενδιαφερομένων έως και την ολοκλήρωση των κατασκευών.

Κατευθύνοντας την έρευνα στην ανακάλυψη όλο ένα και αποδοτικότερων τεχνολογιών στον τομέα της εξοικονόμησης και της παραγόμενης ενέργειας από τα κτήρια, προωθώντας την εξειδίκευση του ανθρώπινου δυναμικού σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη εστίαση και προσαρμογή της βιομηχανίας στη μαζικότερη παραγωγή σχετικών συστημάτων, το κόστος της κατασκευής κτισμάτων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας θα συρρικνωθεί σημαντικά.

Έως ότου επιτευχθεί αυτή η μείωση του κόστους της τεχνολογίας ZEB, καλό θα είναι να υπάρξουν κατάλληλα χρηματοδοτικά προγράμματα, καθώς η παγκόσμια οικονομική κρίση δημιουργεί μεταξύ άλλων και κλίμα αμφισβήτησης σε κάθε τι νέο και άγνωστο.

Το κτήριο της ΔΕΥΑ Λαμίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως περιπτώσιολογική μελέτη (Case Study), αναφορικά με την κατασκευή και λειτουργία των nZEB κτηρίων στην Ελλάδα. Έτσι αφού μελετηθούν οι πολυπλοκότητες που συνθέτουν ένα τέτοιου είδους έργο, σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που προκύπτουν από την καθημερινή χρήση του, ίσως μπορέσει να γίνει ασφαλής και πιο σύντομος ο δρόμος που θα ακολουθήσει η πατρίδα μας στα θέματα που αφορούν την αναβάθμιση του κτηριακού της δυναμικού.

Καθώς όμως η πρόοδος στους τεχνολογικούς τομείς είναι συνεχής και αδιάκοπη, υπάρχει στην ελληνική νομοθεσία διάταξη που προκαλεί και προσκαλεί συγχρόνως κτήρια τεχνολογίας nZEB να γίνουν καλύτερα και αποδοτικότερα. Πιο συγκεκριμένα το άρθρο 25 του Ν. 4067/12 (ΦΕΚ – 79 Α') [50], προσφέρει ειδική αύξηση του συντελεστή δόμησης κατά 10% σε κτήρια ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης που παρουσιάζουν παράλληλα εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση, (ετήσια πρωτογενή ενεργειακή κατανάλωση κάτω των 10 kWh/m²/έτος). Η επίδοση αυτή θα πρέπει να τεκμηριώνεται με χρήση διεθνώς αναγνωρισμένης μεθοδολογίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης, (Environmental Assessment Method), όπως το **LEED** ή άλλη ισοδύναμη διεθνής μεθοδολογία. Εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση θεωρείται αυτή που είναι ισοδύναμη ή καλύτερη από το χρυσό LEED.

Αυτή η εξαιρετικής σημασίας πιστοποίηση, μπορεί να είναι ένας καινούριος στόχος για τους υπεύθυνους της ΔΕΥΑ Λαμίας ώστε να αυξηθεί περαιτέρω η αναγνώριση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτηρίου.

Οι μέθοδοι παραγωγής των κτηρίων είναι διαρκώς μεταβαλλόμενες και επηρεάζονται συνεχώς από καινούρια δεδομένα (κλιματική αλλαγή – αστυφιλία – νέα υλικά κ.α.). Τα κτήρια

στο μέλλον σχεδιάζονται ώστε να αλληλεπιδρούν με το φυσικό και δομημένο περιβάλλον με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία των φυσικών πόρων.

Τα νέου τύπου ενεργειακά αυτόνομα κτήρια, θα έχουν θετικό οικολογικό αποτύπωμα, με την ανάλογη επίδραση σε όλες τις παραμέτρους της πραγματικότητας που βιώνουμε. Πρόκειται να αποτελέσουν ένα ουσιαστικό πλεονέκτημα στην προσπάθεια προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος.

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Άποψη του νέου κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας

Εικόνα 2: Νότια και Δυτική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας

Εικόνα 3: Ανατολική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας

Εικόνα 4: Βόρεια και Ανατολική όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας

Εικόνα 5: Βόρεια όψη του κτηρίου της ΔΕΥΑ Λαμίας

Εικόνα 6 : Σκάμμα έτοιμο για την τοποθέτηση του συστήματος γεωθερμίας

Εικόνα 7 : Τοποθέτηση σωληνώσεων πολυαιθυλενίου (κοντά)

Εικόνα 8 : Τοποθέτηση σωληνώσεων πολυαιθυλενίου

Εικόνα 9 : Διαμόρφωση της επιφάνειας του περιβάλλοντος χώρου

Εικόνα 10 : Μηχανοστάσιο κλιματισμού

Εικόνα 11 : Τοποθέτηση κλιματιστικών μονάδων

Εικόνα 12: Φωτισμός εσωτερικών χώρων (διάδρομοι)

Εικόνα 13: Φωτισμός εσωτερικών χώρων (γραφεία)

Εικόνα 14 : Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στη στέγη (γενική άποψη)

Εικόνα 15 : Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στη στέγη

Εικόνα 16 : Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στις όψεις του κτηρίου

Εικόνα 17 : Κεντρική μονάδα (BMS)

Εικόνα 18 : Κεντρική μονάδα (BMS)

Εικόνα 19 : Τοίχος με ορισμένες από τις δημοσιεύσεις αρχιτεκτονικών περιοδικών

Εικόνα 20 : Αρχιτεκτονικό περιοδικό Νοτίου Κορέας (2018)

Εικόνα 21 : Αρχιτεκτονικό περιοδικό Νοτίου Κορέας (2018)

Εικόνα 22 : Αρχιτεκτονικό περιοδικό Νοτίου Κορέας (2018)

Εικόνα 23 : Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ (2020)

Εικόνα 24 : Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Εικόνα 25 : Περιοδικό HINGE

Εικόνα 26 : Περιοδικό MIMARLIK

Εικόνα 27: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 09:00

Εικόνα 28: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00

Εικόνα 29: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 15:00

Εικόνα 30: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Ιουνίου, ώρα 09:00

Εικόνα 31: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Ιουνίου, ώρα 12:00

Εικόνα 32: Σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Ιουνίου, ώρα 15:00

Εικόνα 33: Συνολική κατανάλωση 10μηνου 01/01/2017-31/10/2017

Εικόνα 34: Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά
10μηνου 01/01/2017-31/10/2017

Εικόνα 35: Το κτήριο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας

Εικόνα 36: Το Gateway Center

Εικόνα 37: Το Karela Office Park

Εικόνα 38: Το Crowne Plaza Copenhagen Towers

Εικόνα 39: Το Edge building

Εικόνα 40: Το Green Lighthouse

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Χρήση Ενέργειας ανά τομέα μέχρι το 2035. Πηγή OECD

Σχήμα 2 : Μέσος όρος ηλικίας κατοικιών σύμφωνα με την απογραφή του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ

Σχήμα 3 : Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό

Σχήμα 4 : Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση

Σχήμα 5 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

Σχήμα 6 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων κατοικιών ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

Σχήμα 7 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων τριτογενούς τομέα ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

Σχήμα 8 : Ποσοστό πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων δημοσίων υπηρεσιών ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2018

Σχήμα 9 : Τα οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

Σχήμα 10 : Κ.Εν.Α.Κ. – κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Σχήμα 11 : Κριτήρια nZEB από άλλες Ευρωπαϊκές Χώρες

Σχήμα 12 : Μερίδιο νέων κατοικιών που χτίστηκαν σύμφωνα με τον εθνικό ορισμό του nZEB ή καλύτερο από το nZEB

Σχήμα 13 : Τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικοπέδο

Σχήμα 14 : Ο τρόπος φύτευσης του οικοπέδου

Σχήμα 15 : Έλεγχος ηλιασμού νοτίων ανοιγμάτων

Σχήμα 16 : Οι τρεις στάθμες του κτηρίου

Σχήμα 17 : Σύστημα αβαθούς γεωθερμίας

Σχήμα 18 : Κύκλος αντλίας θερμότητας

Σχήμα 19 : Κάτοψη τοποθέτησης φ/β panel στην οροφή του κτηρίου

Σχήμα 20 : Αξονομετρική απεικόνιση του κτηρίου

Σχήμα 21: Τομή των θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Σχήμα 22: Ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου

Σχήμα 23: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου

Σχήμα 24: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 : Αριθμός κτηρίων και η χρήση τους για τα έτη 2001 και 2011.

Πίνακας 2 : Ποσοστιαία κατανομή της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των νοικοκυριών ανά τύπο χρησιμοποιούμενου καυσίμου.

Πίνακας 3 : Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τελική χρήση

Πίνακας 4 : Εναρμόνιση Εθνικής νομοθεσίας με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες

Πίνακας 5: Εύρος τιμών ενεργειακών καταναλώσεων για τις ενεργειακές κατηγορίες B μέχρι και A+ (κατοικία)

Πίνακας 6: Εύρος τιμών ενεργειακών καταναλώσεων για τις ενεργειακές κατηγορίες B μέχρι και A+ (τριτογενής τομέας)

Πίνακας 7 : Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων

Πίνακας 8 : Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τύπου ZEB

Πίνακας 9: Σύγκριση εξοικονόμησης ανάμεσα σε συμβατικό και βιοκλιματικό κτήριο

Πίνακας 10: Σύγκριση εξοικονόμησης μετά τη χρήση ΦΒ συστήματος

Πίνακας 11: Τελική σύγκριση εξοικονόμησης επί τoις εκατό

Πίνακας 12: Τελική σύγκριση εξοικονόμησης σε ΕΥΡΩ

Βιβλιογραφία

1. Eurostat, "Share of energy from renewable sources," [nrg_ind_335a]: European Commission, 2016.
2. Filippin, C., & Larsen, S.F. (2007). Energy efficiency in buildings. In book: Energy Efficiency, Recovery and Storage ISBN:, Chapter: 11, Publisher : Konrad A. Hoffman, Nova Science Publishers,, pp.pp.223-245.
3. Buildings Performance Institute Europe(BPIE)"Nearly Zero Energy Buildings Definition across Europe", Brussels 2015.
4. Δρούτσα Κ.Γ., Κοιτογιαννίδης Σ., Δασκαλάκη Ε.Γ., Μπαλαράς Κ.Α., 2014.
5. Nguyen, T., & Aiello, M. (2013). Energy intelligent buildings based on user activity : A survey. Energy And Buildings, 56, 244-257.
6. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013.
7. [http://ktm.cres.gr/index.php/eksoikonomhsh-energeias/h-katanalwsh-energeias-sta-ellhnika-kthria/tritogenis_tomeas/]
8. http://bpes.vpeka.gr/wp-content/uploads/2019_01_31_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
9. IEA "Energy and Climate Change" World Energy Outlook Special Report, France 2015.
10. «Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων ως μοχλός ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας» ΙΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (2018).
11. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union>
12. Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων»
13. Οδηγία 2006/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5ης Απριλίου 2006 «Για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου.
14. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση).
15. Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Οκτωβρίου, για την «ενεργειακή απόδοση την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ».
16. <http://www.cres.gr/energyhubforall/3.2.html>.

17. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak.
18. Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΕΝ), «Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατακίες και εμπορικά κτήρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος», Άρθρο 4, Οδηγία 27/2012/ΕΕ, 2η έκδοση, Αθήνα 2018
19. E. Vergini, P. Groumpos, A review on Zero Energy Buildings and Intelligent Systems, IISA 2015.
20. E. Vergini, T. Costoula, P. Groumpos, Modeling Zero Energy Building with a Three – Level Fuzzy Cognitive Map, Recent Advances in Environmental and Earth Sciences and Economics, 2012, 275-280.
21. P.Torcellini, S.Pless, M. Deru, D. Crawley, Zero Energy Buildings : A critical Look at the Definition, National Renewable Energy Laboratory, 2006.
22. Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. ΥΠΕΚΑ (2017).
23. Towards very low energy buildings, AALBORG UNIVERSITET
24. Zebra2020.
25. S. Pless, P. Torcellini, Net-Zero Energy Buildings: A Classification System Based on Renewable Energy Supply Options , National Renewable Energy Laboratory, 2010.
26. <http://nzeb.in/definitions-policies/definitions/net-zero-site-energy-building/>
27. <https://www.buildup.eu/en/news/overview-zero-energy-buildings-does-definition-influence-their-design-and-implementation>
28. <https://epb.center/epb-standards/energy-performance-buildings-directive-epbd/>
29. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο. ΤΕΕ 20702/2010, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων.
30. www.cres.gr
31. www.kaliterilamia.gr
32. www.archetype.gr
33. www.naftemporiki.gr
34. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4776/1/02_chapter_03.pdf
35. www.edeya.gr
36. Ο Νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010.

37. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010).
38. 20701-1/2014: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
39. 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
40. 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»
41. 20701-4/2010: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων λεβήτων & εγκαταστάσεων Θέρμανσης & εγκαταστάσεων Κλιματισμού»
42. Αππαλίδου Φωτεινή : Η νέα πρόκληση: «Κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας», Οκτώβριος 2018.
43. <https://www.esf.edu/welcome/campus/gateway.htm>
44. <https://www.fortunegreece.com/article/karela-office-park/>
45. https://pix10.agoda.net/hotelImages/168/168513/168513_111005174148253.jpg?s=1024x768
46. https://en.wikipedia.org/wiki/Crowne_Plaza_Copenhagen_Towers
47. <https://www.archdaily.com/785967/the-edge-plp-architecture>
48. <https://www.archdaily.com/422431/green-lighthouse-christensen-and-co-architects>
49. Παρουσίαση Γιάννη Αποστόλου, Ηλεκτρολόγου Μηχανικού
50. Νέος Οικοδομικός Κανονισμός Ν. 4067/12 (Φ.Ε.Κ. 79/Α´).