



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Πατρίκαλου Ιωάννη

Επιβλέπων: Στημονιάρης Δημήτριος
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΚΟΖΑΝΗ/ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ/2022



HELLENIC DEMOCRACY
UNIVERSITY OF WESTERN
MACEDONIA

FUCULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL &
COMPUTER ENGINEERING



NEW TECHNOLOGIES IN BUILDING ENERGY UPGRADE

THESIS

Patrikalos Ioannis

SUPERVISOR: Stimoniaris Dimitrios

Associate Professor

KOZANI/OCTOBER/2022



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “Νέες Τεχνολογίες Στην Ενεργειακή Αναβάθμιση Κτιρίων” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Στημονιάρη Δημητρίου αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Πατρίκαλος Ιωάννης, Στημονιάρης Δημήτριος, 2022, Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή:

Περίληψη

Αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση νέων τεχνολογιών στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και η εκπόνηση ενεργειακής μελέτης και αναβάθμισης στο Αθλητικό Κέντρο Βελβεντού σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.).

Αρχικά, παρουσιάζονται και διαχωρίζονται τακτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) και γίνονται αναφορές στην ισχύουσα νομοθεσία του κτιριακού τομέα. Επιπλέον αναφέρονται οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια, η σημασία της ενέργειας στην κοινωνία μας, καθώς και η κατανάλωση αυτής ανά χρήση στην Ευρώπη.

Στη συνέχεια, αναλύονται οι νέες ‘πράσινες’ τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί ή βρίσκονται στο στάδιο ανάπτυξης σχετικά με την παραγωγή θερμότητας και ψύξης των κτιρίων, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη διαχείριση αυτής μέσω αυτόματων ηλεκτρονικών συστημάτων.

Στο επόμενο στάδιο, γίνεται παρουσίαση του Αθλητικού Κέντρου Βελβεντού και των συστημάτων του, ενώ με τη βοήθεια των προγραμμάτων 4M KENAK, GCAD και FINE πραγματοποιείται ο υπολογισμός της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνει στην αρχική του κατάσταση, αλλά και η ενεργειακή του κατάταξη.

Τέλος, προτείνονται και αναλύονται κάποια σενάρια για την ενεργειακή αναβάθμιση των εγκαταστάσεων, όπως μοντελοποιήθηκαν, και υπολογίζεται εκ νέου η πρωτογενής ενέργεια που θα καταναλώνει το Αθλητικό Κέντρο, αλλά και η ενεργειακή του κατάταξη όπως αυτές τροποποιήθηκαν σύμφωνα με τις επεμβάσεις που μελετήθηκαν.

Η παρούσα διπλωματική ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν, τόσο από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, όσο και από τη μελέτη που εκπονήθηκε.

ΛέξειςΚλειδιά:

nZEB: κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

Κ.ΕΝ.Α.Κ.: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Abstract

The object of this diploma thesis is the presentation of new technologies in the energy upgrade of buildings and the preparation of an energy study and upgrade at the Velventos Sports Center in accordance with the Energy Performance of Buildings Regulation (K.EN.A.K.).

Initially, nearly zero energy buildings (nZEB) are presented and separated. References are made to the current legislation of the building sector. In addition, the forms of renewable energy sources in buildings, the importance of energy in our society and its consumption per use in Europe are mentioned.

Then, the new "green" technologies that have been developed or are in the development stage regarding the production of heat and cooling of buildings, the production of electricity and its management through automatic electronic systems are analyzed.

In the next stage, the Velventos Sports Center and its systems are presented, while with the help of the 4M KENAK, GCAD and FINE programs, the calculation of the primary energy it consumes in its initial state, as well as its energy classification, is carried out.

Finally, some scenarios for the energy upgrade of the facilities, as they were modeled, are proposed and analyzed, and the primary energy that the Sports Center will consume is recalculated, as well as its energy classification as these were modified according to the interventions studied.

This diploma thesis ends with the conclusions that emerged, both from the literature review and from the study that was prepared.

Keywords:

nZEB: nearly zero energy buildings

K.EN.A.K.: Energy Performance of Buildings Regulation

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου Δημήτριο Στημονιάρη και την υποψήφια διδάκτορα Αλεξάνδρα Καραμούζα για την καθοδήγηση και την βοήθεια που μου παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας. Εκτιμώ πολύ την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα θέμα τόσο σημαντικό και επίκαιρο όσο και ενδιαφέρον.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ψυχολογική και οικονομική στήριξη που μου παρείχαν τόσο στα μαθητικά όσο και στα φοιτητικά μου χρόνια.

I. Πατρίκαλος

Περιεχόμενα

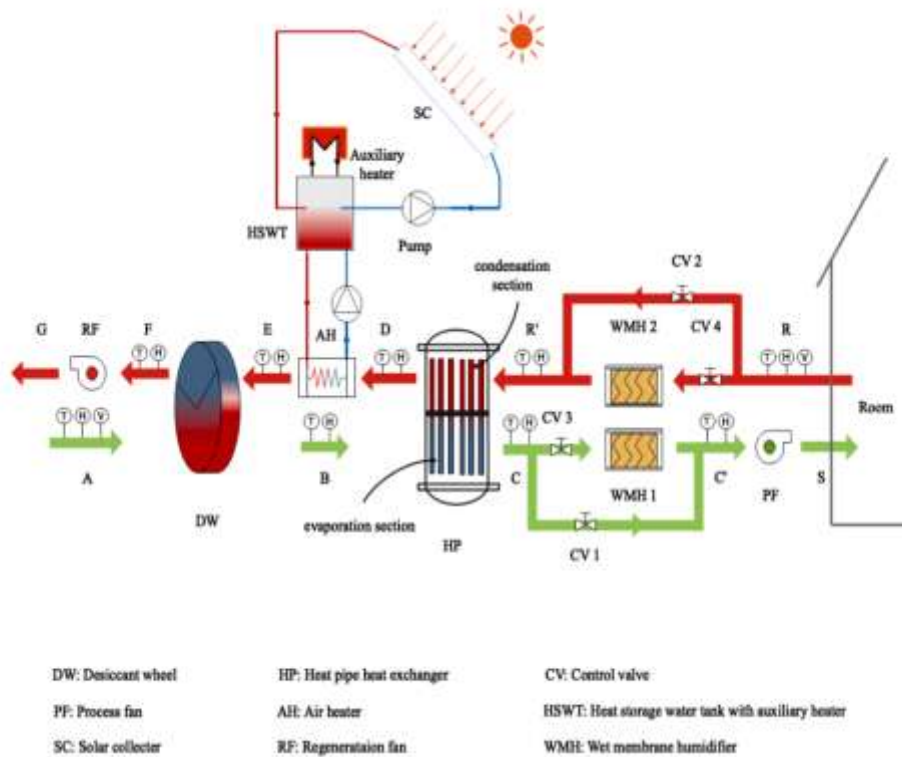
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	- 1 -
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	39
Πίνακας 1: Πίνακας 2.1 TOTEE 20701-1/2017	39
Πίνακας 2: Συμβατικά συστήματα κάλυψης θερμικών αναγκών	39
Πίνακας 3: Στοιχεία ηλεκτρικών φορτίων	39
Πίνακας 4: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Κλειστό γυμναστήριο)	40
Πίνακας 5: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 2 (Κλειστό γυμναστήριο)	40
Πίνακας 6: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 3 (Λουτρό)	41
Πίνακας 7: Συντελεστές Κουφωμάτων βάση σκιασμού	42
Πίνακας 8: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση από έκθεση αναφορά	43
Πίνακας 9: Τελική κατανάλωση ενέργειας σεναρίου ανά τελική χρήση από έκθεση αναφοράς ^{4 4}	
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	46
1.1 Κτίρια n-ZEB	46
1.1.1 Κατάταξη n-ZEB	47
1.2 Νομοθετικό Πλαίσιο Στον Κτιριακό Τομέα	48
1.2.1 Ενεργειακή Αναβάθμιση Αθλητικών Εγκαταστάσεων	49
1.3 Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Στα n-ZEB	50

1.3.1 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	51
1.3.2 Αιολική Ενέργεια	51
1.3.3 Ηλιακή Ενέργεια	52
1.3.4 Θερμική Ενέργεια	53
1.3.5 Βιοενέργεια	54
1.4 Ο Κτιριακός Τομέας Στην Ευρώπη	55
1.4.1 Κατανάλωση Ενέργειας Για Θέρμανση	57
1.4.2 Κατανάλωση Ενέργειας Για Φωτισμό Και Συσκευές	58
1.4.3 Κατανάλωση Ενέργειας Για Ψύξη	58
1.4.4 Κατανάλωση Ενέργειας Στον Τριτογενή Τομέα	58
1.4.5 Ο Ρόλος Της Ενέργειας Στην Κοινωνία Μας	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: NEEΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	59
2.1 Εναλλάκτης Θερμότητας Εδάφους-Αέρα Για Μεσογειακό Κλίμα	60
2.2 Dedicated Desiccant Wheel Outdoor Air Cooling Systems (DWDOAS)	60
2.3 On-OffGridHybridSystems	62
2.3.1 Ταξινόμηση Υβριδικής Διαμόρφωσης	63
2.3.1.1 Συστήματα Διαμόρφωσης Συζευγμένα Με AC/DC	63
2.3.1.1.1 Υβριδικά Συστήματα Ισχύος Συζευγμένα Με Εναλλασσόμενο Ρεύμα	63
2.3.1.1.2 Διαμόρφωση Συζευγμένη Με DC	63
2.3.1.2 Σειρά-Παράλληλο Υβριδικό Σύστημα Ισχύος	64
2.3.1.2.1 Υβριδικά Συστήματα Ισχύος Σε Σειρά	64
2.3.1.2.2 Παράλληλα Υβριδικά Συστήματα Ισχύος	64
2.3.2.1 Εφεδρική Γεννήτρια Ντίζελ	65
2.3.2.2 Μετατροπείς	65
2.3.2.3 Τύποι Αποθήκευσης Ενέργειας Και Κριτήρια Επιλογής	66
2.3.2.3.1 Χωρητικότητα Μπαταριών	66
2.4 Invelox Ανεμογεννήτρια	67
2.4.1 Βασικά Χαρακτηριστικά Της INVELOX Τεχνολογίας	67
2.4.2 Πλεονεκτήματα Σε Σχέση Με τις Συμβατικές Ανεμογεννήτριες	69
2.4.3 Η INVELOX Τεχνολογία Στην Πράξη	70
2.5 Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Κτιρίων (HEMS)	72

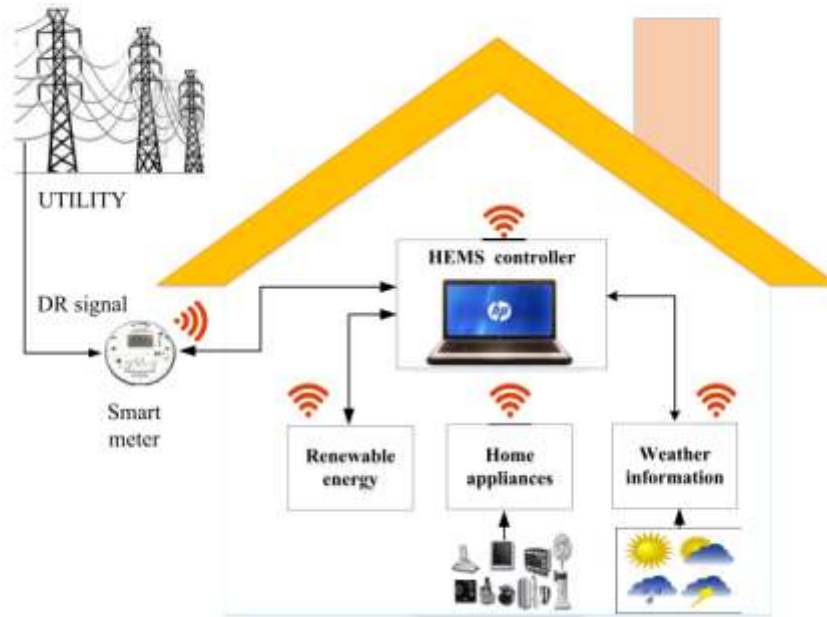
2.5.1	Επισκόπηση Σχετικά Με Τα HEMS	73
2.5.2	HEMS Για Έξυπνα Κτίρια	75
2.5.3	Έλεγχος Συστήματος HEMS Με Χρήση Τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AI)	75
2.5.3.1	ANN	75
2.5.3.2	FLC	76
2.5.3.3	ANFIS	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ		78
3.1	Αθλητικό Κέντρο Βελβεντού	78
3.2	Δομικά Στοιχεία Και Χώροι	81
3.3	Στοιχεία Χρήσης	83
3.4	Ενεργειακά Συστήματα	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ		84
4.1	Προγράμματα	85
4.2	Θερμικές Ζώνες	85
4.3	Κέλυφος	89
4.4	Κύκλοι Ηλίου	92
4.5	Σκιάσεις	94
4.6	Θερμικές Απώλειες-Φορτία Κλιματισμού	95
4.7	Θέρμανση-Ψύξη	99
4.8	Εσωτερικά Κέρδη	101
4.9	Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης	102
4.10	Αρχική Κατανάλωση Ενέργειας	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ		105
5.1	Αλλαγές Στο Κέλυφος	105
5.2	Υπολογισμός Νέων Απωλειών και Ψυκτικών Φορτίων Των Χώρων	107
5.3	Αλλαγές στο σύστημα Θέρμανσης-Ψύξης	109
5.4	Αλλαγές Στα Εσωτερικά Κέρδη	110
5.5	Αλλαγές στο σύστημα ZNX	111
5.6	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος Με Net-Metering	112
5.7	Ενεργειακή Κατάταξη Σεναρίου	113

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	115
6.1 Συμπεράσματα της Μελέτης	115
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	117
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ - ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ - ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	126
ΑΠΟΔΟΣΗΞΕΝΟΓΛΩΣΣΩΝΟΡΩΝ	127

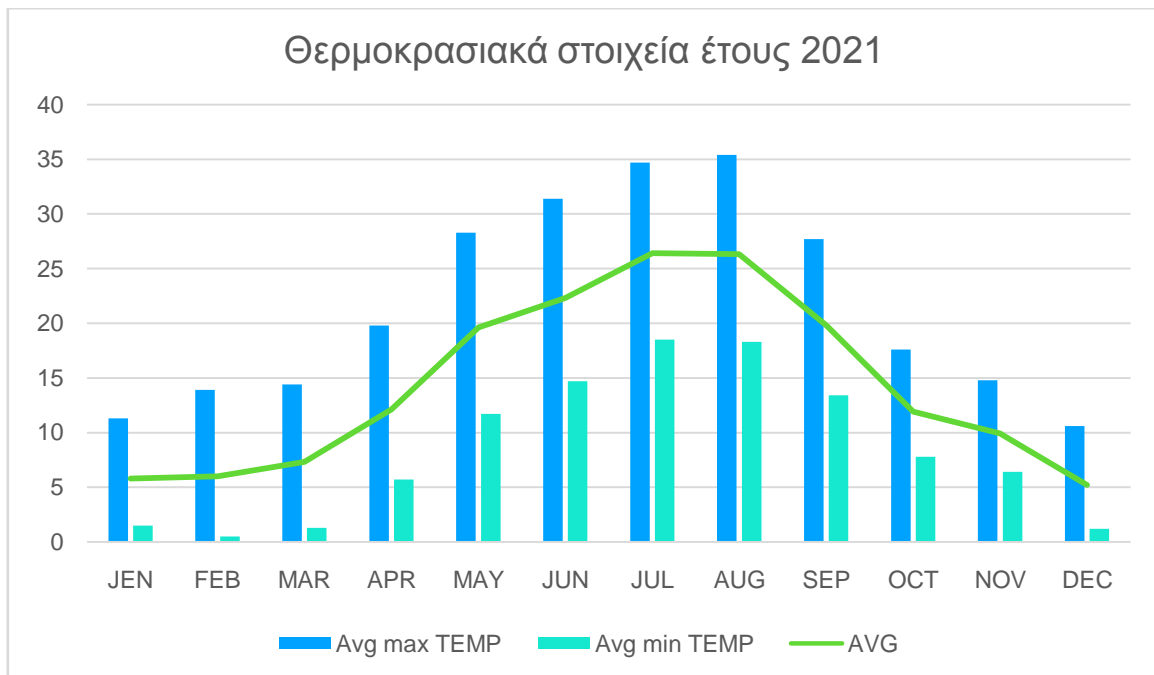
Κατάλογος Σχημάτων



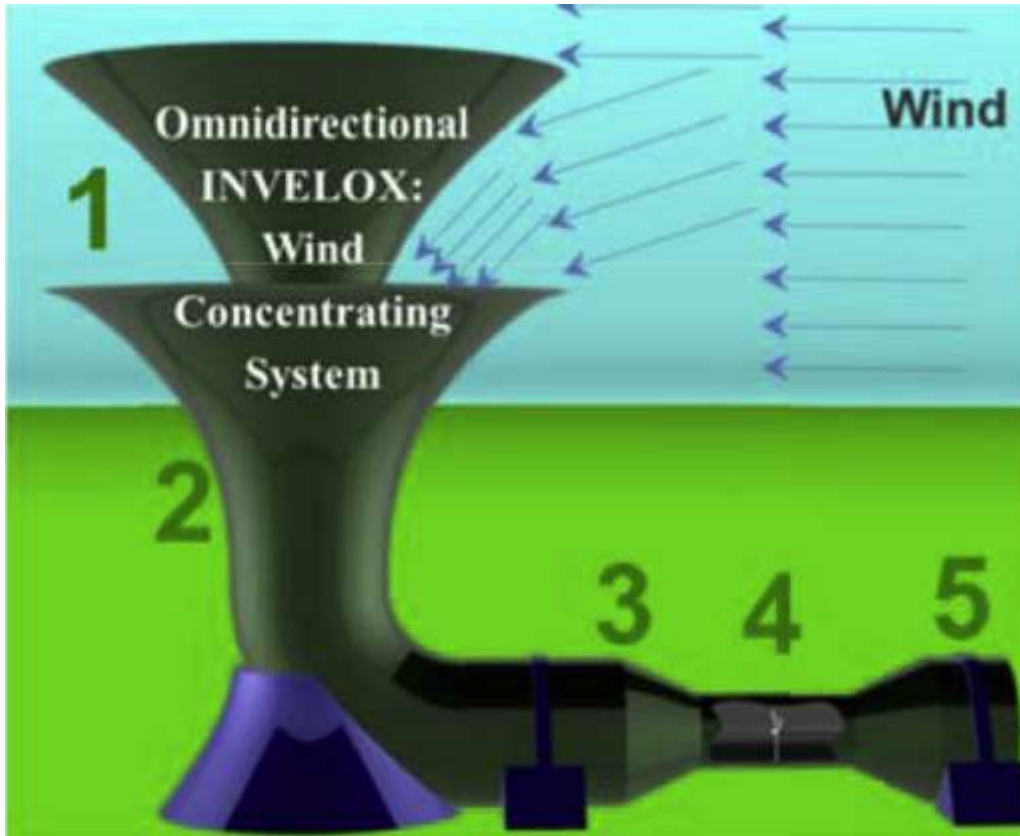
Σχήμα 1: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος DWDOAS από Liu Chen *, Yujie Chu, Etude experimentale de syst'emes de refroidissement de l'air ext'erieur par roue d'eshydratante pour les batiments a energie quasi nulle Wenjie Deng Energy School, Xi'an University of Science and Technology, Yanta Road Xi'an 710054, P.R. China



Σχήμα 2 : Διάταξη Συστήματος HEMS από HUSSAIN SHAREEF , MAYTHAM S. AHMED, AZAH MOHAMED, ESLAM AL HASSAN ‘Review on Home Energy Management System Considering Demand Responses, Smart Technologies, and Intelligent Controllers’, Department of Electrical Engineering, United Arab Emirates University, Al-Ain 15551, United Arab Emirates



Σχήμα 3 : Θερμοκρασιακά Δεδομένα Βελβεντού Κοζάνης



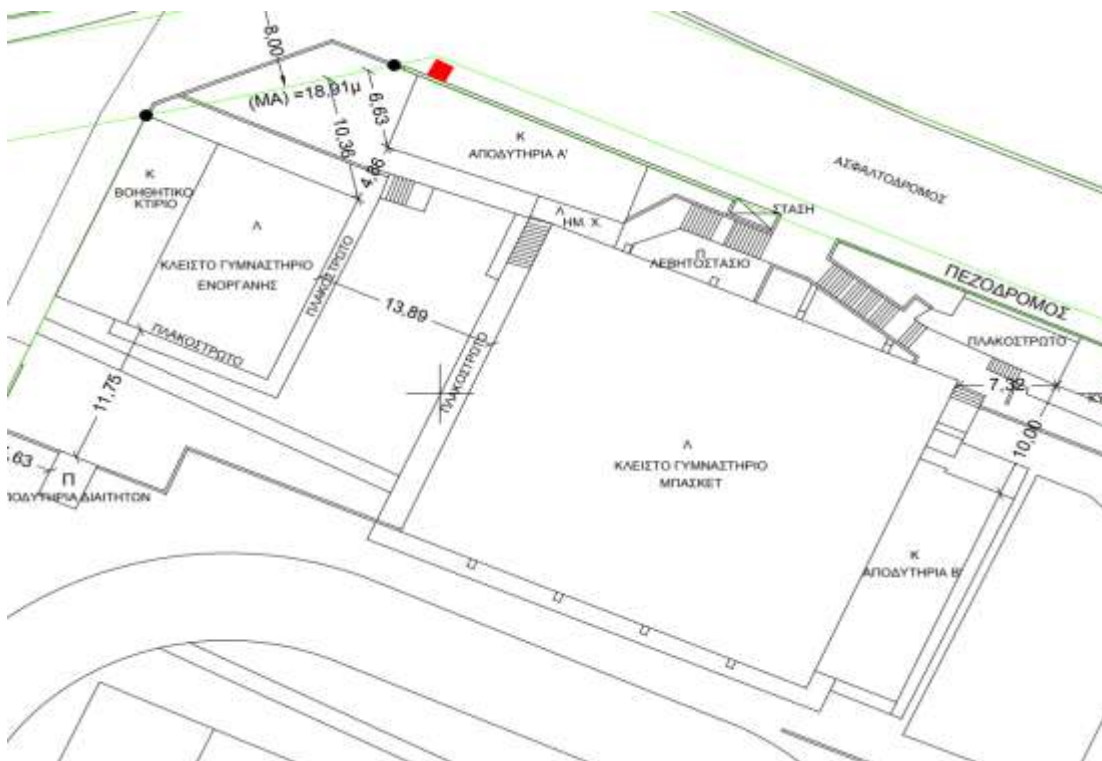
Εικόνα 1: INVELOX από Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,* INVELOX: Description of a new concept in wind power and its performance evaluation



Εικόνα 2: INVELOX μελέτης από Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,* INVELOX: Description of a new concept in wind power and its performance evaluation



Εικόνα 3: Συμβατική ανεμογεννήτρια μελέτης από Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,* INVELOX:
Description of a new concept in wind power and its performance evaluation



Εικόνα 4: Διάγραμμα κάλυψης Αθλητικού Κέντρου Βελβεντού



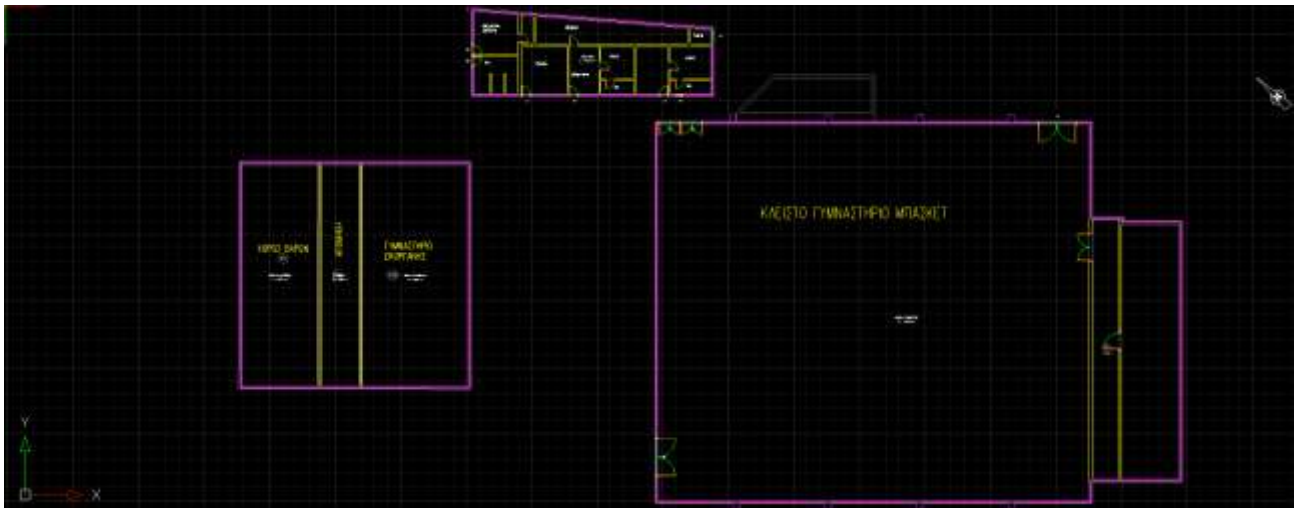
Εικόνα 5: Άποψη κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ εσωτερικά



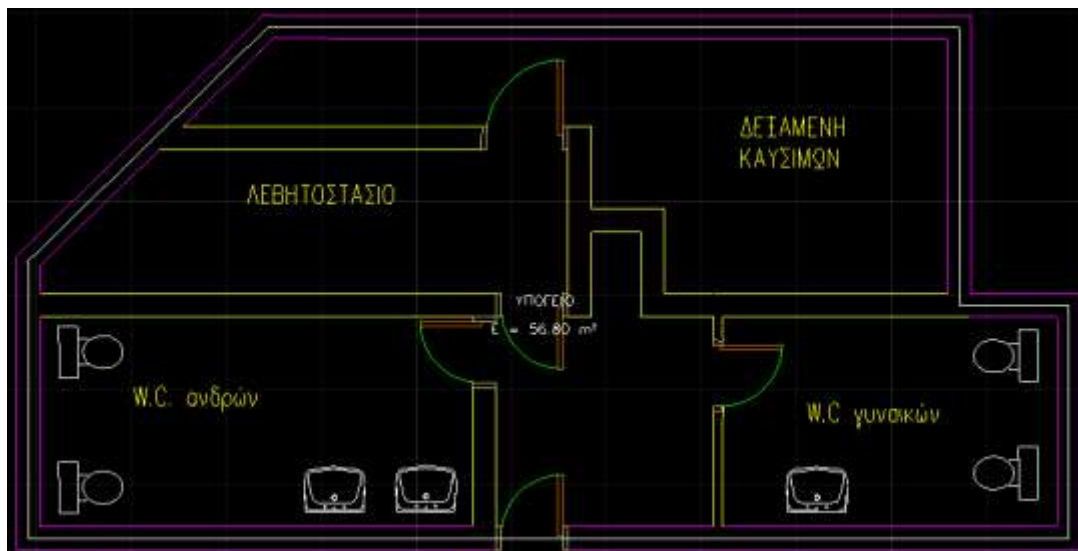
Εικόνα 6: Άποψη κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ



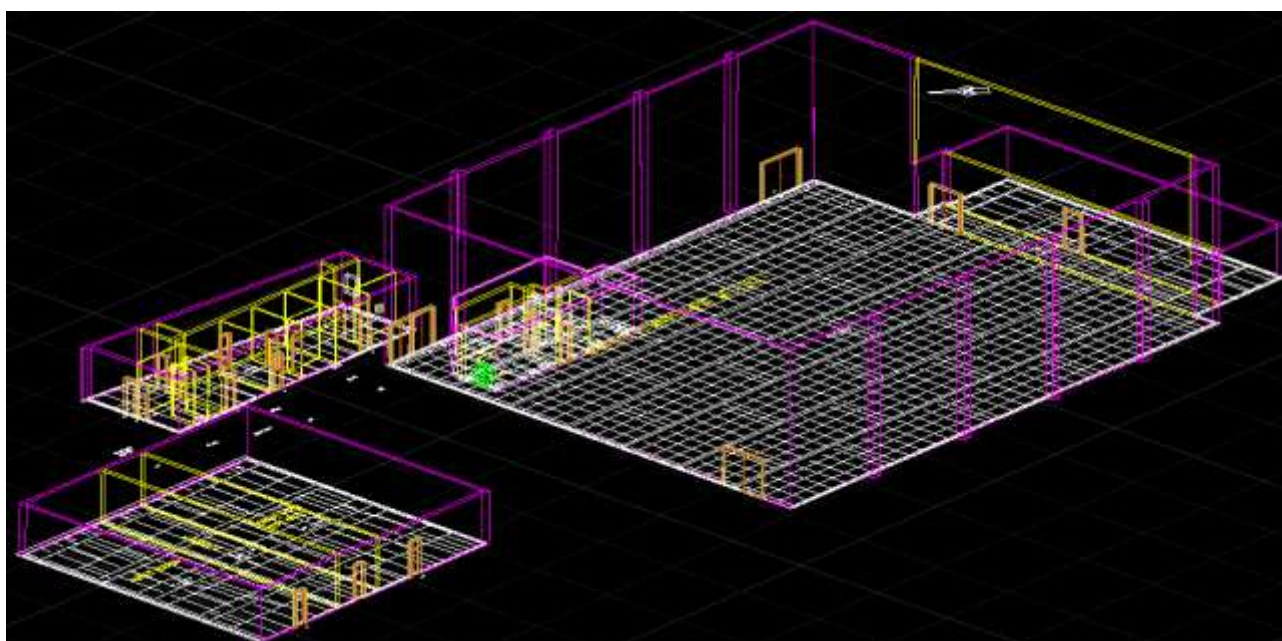
Εικόνα 7: Άποψη αποδυτηρίων Αθλητικού Κέντρου Βελβεντού



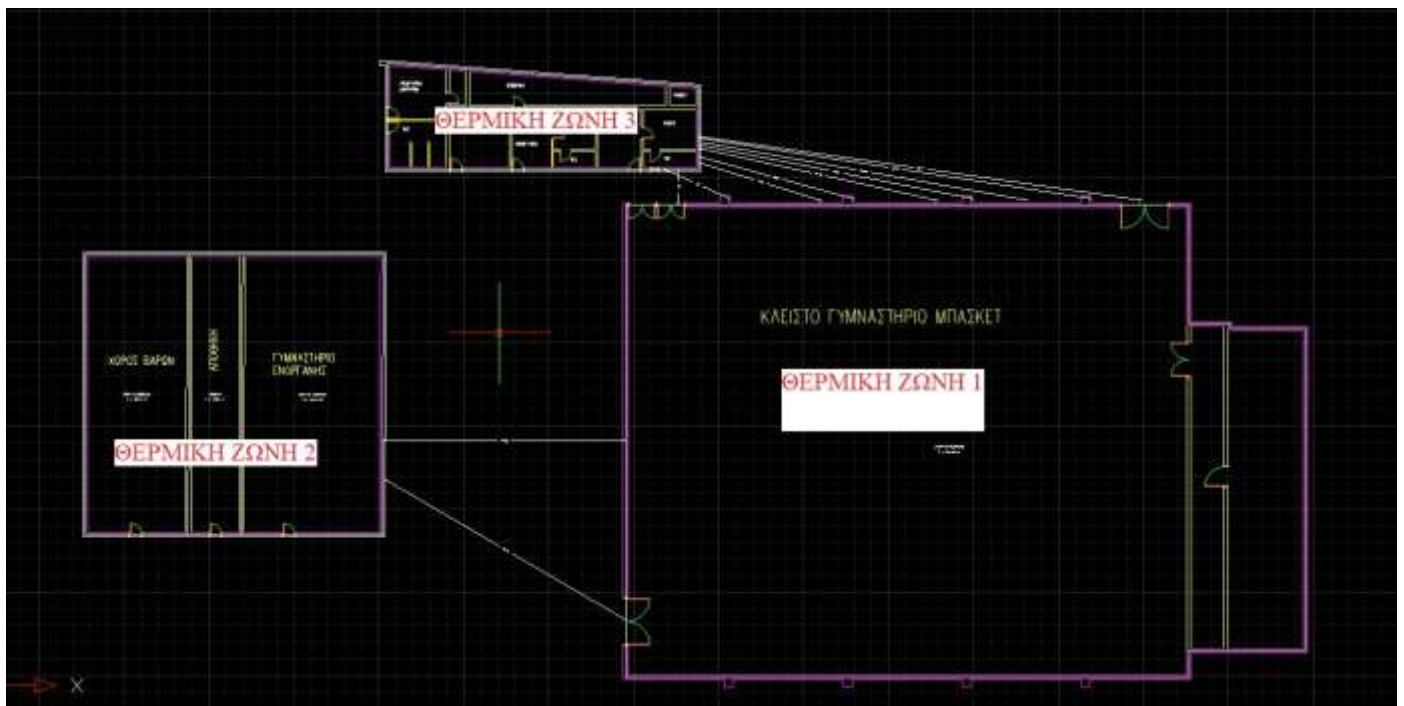
Εικόνα 8: Κάτοψη κτιρίων GCAD



Εικόνα 9: Κάτοψη υπογείου GCAD



Εικόνα 10: 3D κάτοψη ανατολικής πλευράς GCAD



Εικόνα 11: Κάτοψη διαχωρισμού θερμικών ζωνών GCAD

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	18
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	25
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	1094.435
Λόγος μήκους/πλάτους ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιθυμητός όγκος (m ³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)	3283.304
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m ²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m ²)	3687
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία

Εικόνα 12: Στοιχεία Θερμικής Ζώνης 1 4M-KENAK

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	18
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	25
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	249.925
Λόγος μήκους/πλάτος ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιθυμητός όγκος (m ³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)	749.775
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	3687
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία

Εικόνα 13: Στοιχεία Θερμικής Ζώνης 2 4M-KENAK

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	22
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	26
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	110.386
Λόγος μήκους/πλάτος ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιθυμητός όγκος (m ³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)	331.159
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	3687
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία

Εικόνα 14: Στοιχεία Θερμικής Ζώνης 3 4M-KENAK

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από μία ή δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85

Εικόνα 15: Πίνακας 3.5.α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο	–	2,90	–	–	0,90	–

Εικόνα 16: Πίνακας 3.5.β της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για οροφές

χώρο.						
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	-	-	1,05	-	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	-	-	1,00	-	-
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	-	-	0,90	-	-
Επί εδάφους.	-	-	3,10	-	-	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,00	-	-	0,80	-

Εικόνα 17: Πίνακας 3.5.β της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για δάπεδα

Είδ. Εργ.	Προσαύλιση (')	Προσαύλιση (')	Γωνιόλυμα (αξίς)	Αεροσιμνή	Επιπέδισ. (W/m ²)	Υπολογισμός U (W/m ²)	Μέσος U (W/m ²)	Υποστ. (W/m ²)	Εργ. (m ²)	Αριθ. Εργ.	Σα. Εργ. (m ²)	Αερο. Εργ. (m ²)	Εργ. Υποστ. (m ²)	Συντ. μέτρησης δ.β.	Γενικός ΜΣΚ ή Βιολογία	Κυβικός ανάμιγτος	Βάρος (όρους πλάτος 1 m)
7	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	2.45	3	7.35	1	7.35	7.35				
8	T2	138	NA	ΕΠ		3.4	3.400	7.15	3	21.45	1	21.45	21.45				
9	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	6.28	3	18.68	1	18.68	12.22				
10	A2	48	BA	ΕΠ	A	3.60	3.500	2.98	2.20	6.38	1	6.38	6.38			BA1	
11	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	7.08	3	21.08	1	21.08	21.08				
12	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	3.48	3	10.28	1	10.28	10.28				
13	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	18.55	3	31.65	1	31.65	31.65				
14	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	6.25	3	18.75	1	18.75	11.27				
15	A1	48	BA	ΕΠ	A	3.60	3.500	1.78	2.20	3.74	1	3.74	3.74			BA2	
16	A1	48	BA	ΕΠ	A	3.60	3.500	1.78	2.20	3.74	1	3.74	3.74			BA3	
17	T2	318	BA	ΕΠ		3.4	3.400	26.78	3	86.18	1	86.18	79.72				
18	A2	318	BA	ΕΠ	A	3.60	3.500	2.98	2.20	6.38	1	6.38	6.38			BA1	
19	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	6.28	3	18.68	1	18.68	18.68				
20	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	7.08	3	21.08	1	21.08	21.08				
21	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	7.08	3	21.08	1	21.08	21.08				
22	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	7.08	3	21.08	1	21.08	21.08				
23	Δ2			ΦΕ		3.1	0.583	1.00	98.46	98.46	1	98.46	98.46				3.00
24	Δ2	E	E	ΜΣΧ		3.1	0.100	1.00	21.26	21.26	1	21.26	21.26	0.761	ΥΠΟΓΕΙΟ		
25	Δ2			ΦΕ		3.1	0.583	1.00	85.19	85.19	1	85.19	85.19				3.00
26	Δ2			ΦΕ		3.1	0.583	1.00	37.50	37.50	1	37.50	37.50				3.00
27	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	109.4	109.4	1	109.4	109.4				

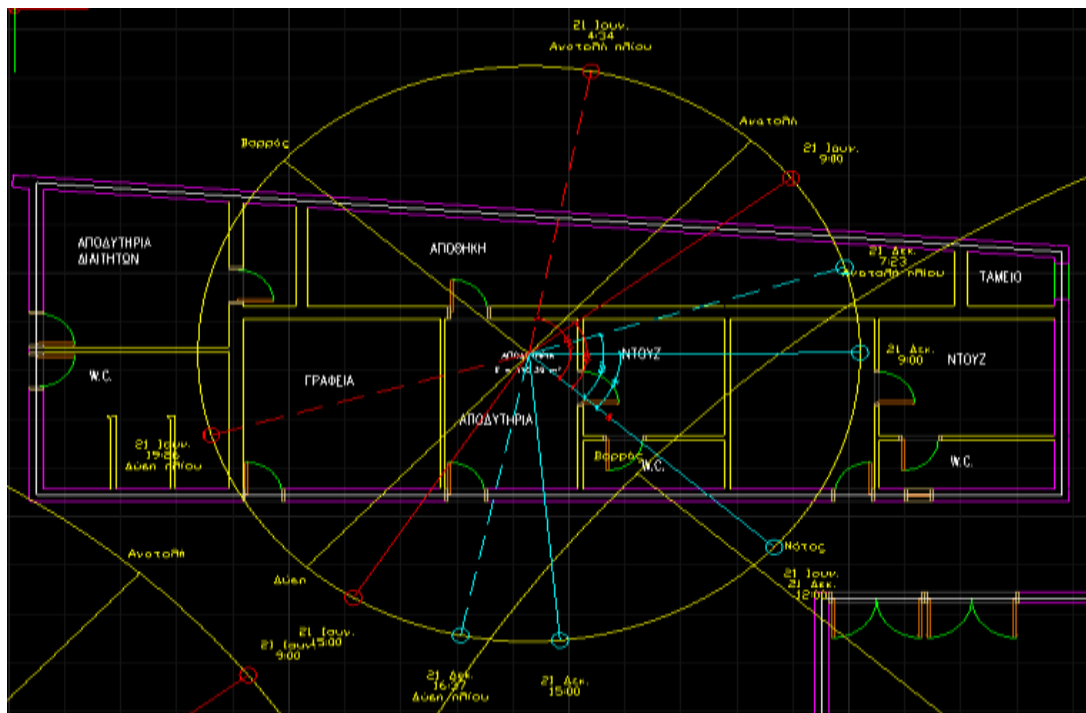
Εικόνα 18: Στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου στο 4M-KENAK

1	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	6.20	3	18.60	1	18.60	18.60				
2	E1	E	E	ΜΣΧ		0.715	0.715	17.10	3	51.30	1	51.30	51.30	0.815	ΑΠΟΘΗΚΗ		
3	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	6.20	3	18.60	1	18.60	18.60				
4	T2	318	BA	ΕΠ		3.4	3.400	17.10	3	51.30	1	51.30	51.30				
5	Δ2			ΦΕ		3.1	0.583	1.00	98.46	98.46	1	98.46	98.46				3.00
6	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	104.3	104.3	1	104.3	104.3				
7	T2	138	NA	ΕΠ		3.4	3.400	17.10	3	51.30	1	51.30	51.30				
8	T2	48	BA	ΕΠ		3.4	3.400	8.40	3	25.20	1	25.20	25.20				
9	E1	E	E	ΜΣΧ		0.715	0.715	17.10	3	51.30	1	51.30	51.30	0.815	ΑΠΟΘΗΚΗ		
10	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	8.40	3	25.20	1	25.20	25.20				
11	Δ2			ΦΕ		3.1	0.583	1.00	135.8	135.8	1	135.8	135.8				3.00
12	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	142.2	142.2	1	142.2	142.2				

Εικόνα 19: Στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρών στο 4M-KENAK

1	T2	52	BA	ΕΠ		3.4	3.400	10.60	3	55.80	1	55.80		55.80			
2	T2	318	BA	ΕΠ		3.4	3.400	6.65	3	19.95	1	19.95	3.00	16.95			
3	A4	318	BA	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50		BA2	
4	A4	318	BA	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50		BA3	
5	T2	228	NA	ΕΠ		3.4	3.400	10.55	3	55.65	1	55.65	4.68	50.97		NA1	
6	A4	228	NA	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50		NA2	
7	A4	228	NA	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50		NA3	
8	A4	228	NA	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50		NA3	
9	A6	228	NA	ΕΠ	A	3.340	3.340	0.50	0.35	0.17	1	0.17		0.17		NA4	
10	T2	138	NA	ΕΠ		3.4	3.400	5.25	3	15.75	1	15.75	0.75	15.00			
11	A5	138	NA	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	1.00	0.75	1	0.75		0.75		NA1	
12	A2			OE		3.1	0.583	1.00	58.37	98.37	1	98.37		98.37			3.00
13	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	110.3	110.3	1	110.3		110.3			

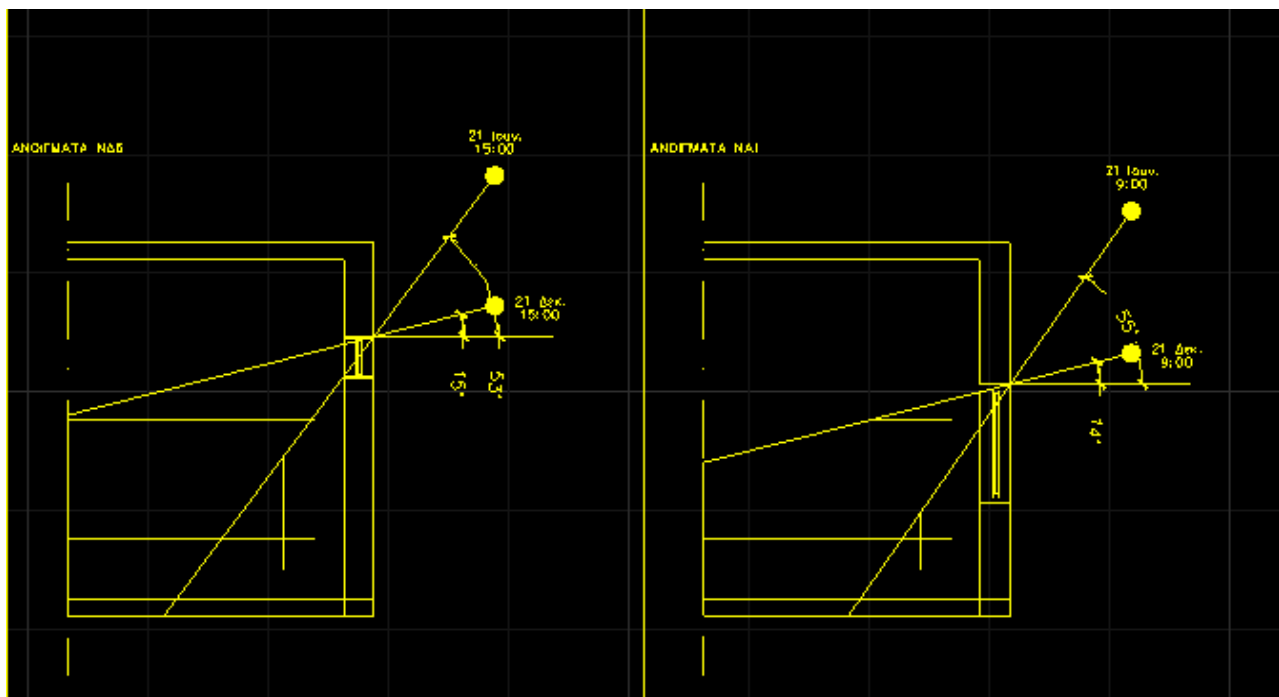
Εικόνα 20: Στοιχεία κελύφους αποδυτηρίων Α' στο 4M-KENAK



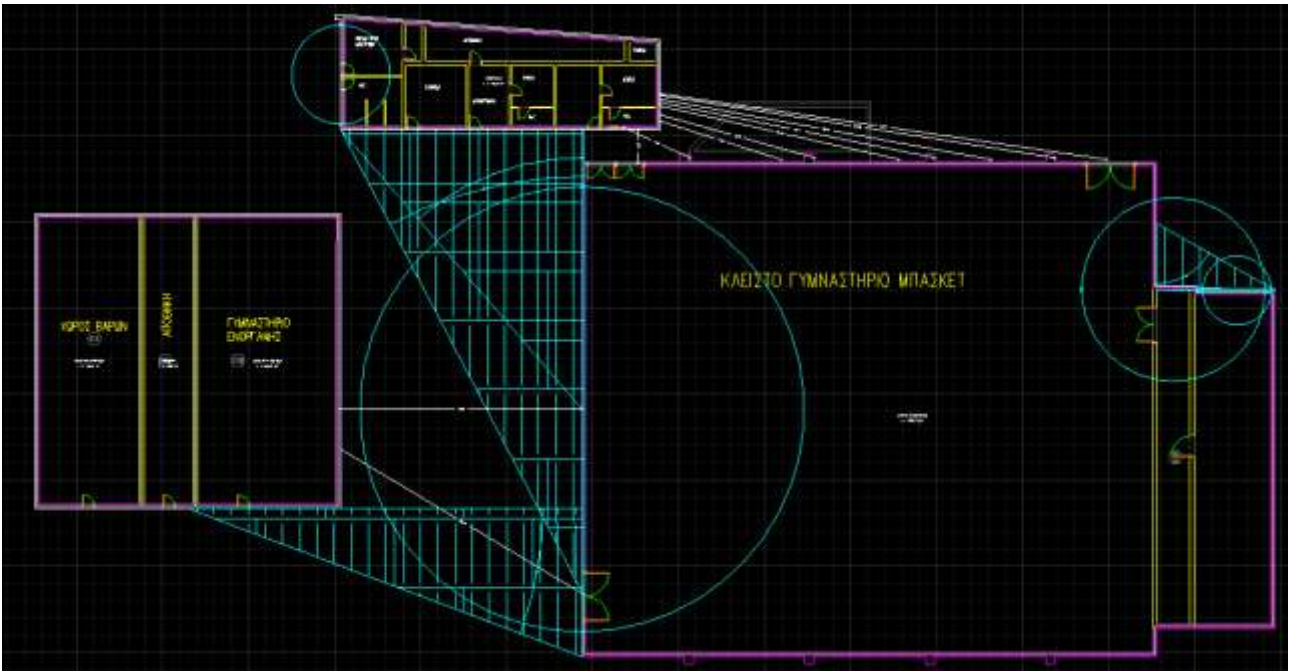
Εικόνα 21: Θέσεις ηλίου στο κτίριο αποδυτηρίων Α'

				Προσανατολισμός		Προσανατολισμός		Προσανατολισμός		Προσανατολισμός	
				BA	-132	BA	138	NA	48	NA	-42
Ώρα	Ηλιακή ώρα	Ηλιακό ύψος	Ηλιακό αζιμούθιο	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA
21η Ιουνίου	9:00	49	-80	52	62	-218	-55	-128	-62	-38	55
	12:00	73	0	132	-79	-138	-77	-48	79	42	77
	15:00	49	80	212	-53	-58	65	32	53	122	-65
21η Δεκεμβρίου	9:00	14	-42	90	38	-180	-14	-90	-88	-0	14
	12:00	27	0	132	-37	-138	-35	-48	37	42	35
	15:00	14	42	174	-15	-96	-69	-6	15	84	69

Εικόνα 22: Πίνακας ηλιασμού από το πρόγραμμα GCAD



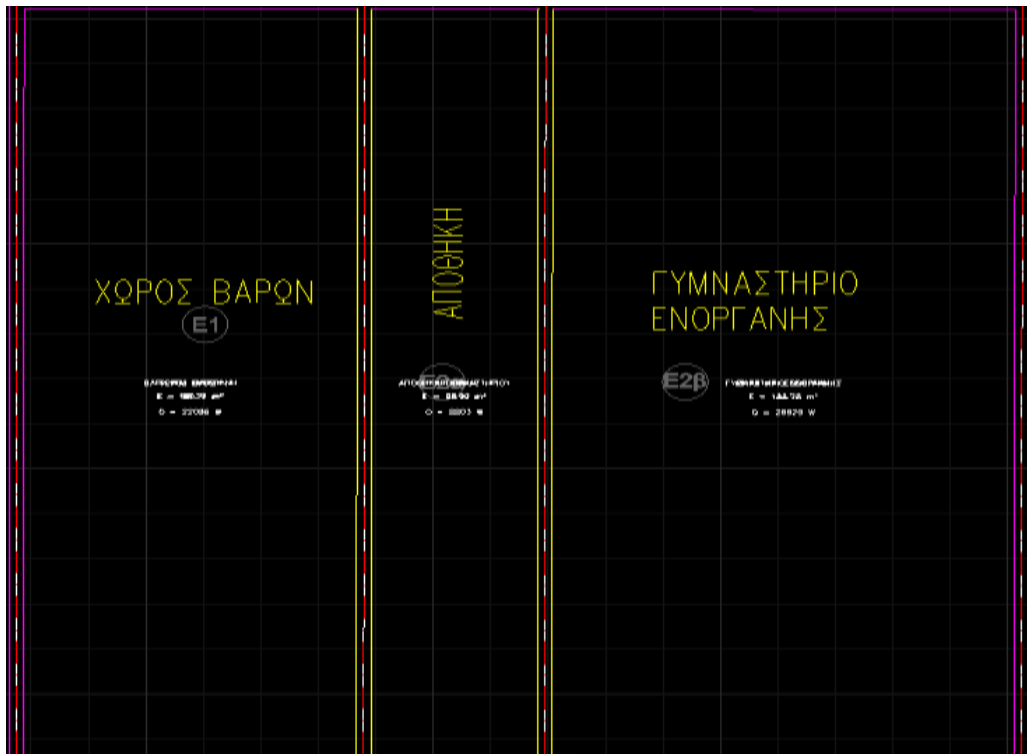
Εικόνα 23: Σκαριφήματα ηλιασμού



Εικόνα 24: Σκιάσεις κτιρίων πρόγραμμα GCAD



Εικόνα 25: Ορισμός χώρων αποδυτηρίων Α'



Εικόνα 26: Ορισμός χώρων κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρών



Εικόνα 27: Ορισμός χώρων κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ

Φύλλο Απωλειών

Επίπεδο - Χώρος - Απώλειες

Υπογείο

Είδος Επιπέδου	Προσανατολισμός	Γωνιάδων χώρος	Αριθμός μνη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιπέδων	Συνολ. Επιφάν. (m ²)	Αξία Επιφάν. (m ²)	Επιφάν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Θερμ. γειτονικού χώρου (°C)	Συντελ. εκ/μωτ/η	Καθ. Απωλ. (Watt)	Καθ. Απωλ. (Watt)
1	T2	ΒΔ	ΕΠ		28.20	3.00	84.60	1	84.60	6.38	78.22	2.4		1.000	5632	563
2	A2	ΒΔ	ΕΠ	A	2.90	2.20	6.38	1	6.38		6.38	3.500		1.000	669.9	669
3	T2	ΝΔ	ΕΠ		5.95	3.00	17.85	1	17.85		17.85	2.4		1.000	1285	128
4	T2	ΝΔ	ΕΠ		7.00	3.00	21.00	1	21.00		21.00	2.4		1.000	1512	151
5	T2	ΝΔ	ΕΠ		7.00	3.00	21.00	1	21.00		21.00	2.4		1.000	1512	151
6	T2	ΝΔ	ΕΠ		7.00	3.00	21.00	1	21.00		21.00	2.4		1.000	1512	151
7	T2	ΝΔ	ΕΠ		5.95	3.00	17.85	1	17.85		17.85	2.4		1.000	1285	128
8	T2	ΝΑ	ΕΠ		1.45	3.00	4.35	1	4.35		4.35	2.4		1.000	313.2	313
9	T2	ΝΑ	ΕΠ		7.05	3.00	21.15	1	21.15		21.15	2.4		1.000	1523	152
10	T2	ΒΑ	ΕΠ		5.95	3.00	17.85	1	17.85	6.38	11.47	2.4		1.000	825.8	825

Επίλυση Προσαύξηση (%) 20

Μήκος (m) 927.7
Πλάτος (m) 1
Ύψος (m) 3.00
Ελάχισ. Εναλλαγής Αέρα Υγρού 0.5
Αριθμός εναλλαγών/ώρα στα 5 5
Συντελεστής θερμότητας ει 0.02
Επιθ. παρ. θερμ. όρους (α) 1.00

Επιφάνεια οροφής 927.7
Όγκος χώρου 2783
Παρεχθ. αέρ. αέρα χώρου Νεκ
Παρεχθ. αέρ. αέρα χώρου Νεκ
Θερμοκρασία αέρ. αέρα θέρμ 0

Φερλή Θερμ. Γειτονιών (πρω) 151.8
Φερλή Θερμ. Γειτονιών (πρω) 0.00
Συν. Απώλειες Θερμότητας 125052
Προσαύξησης 25010
Τελ. Απώλειες Θερμότητας 150062
Απώλειες Αερισμού 14194
Απώλειες Επαναθέρμανσης 0.00
Συν Απώλειες Χώρου 164258

Ορισμός προσαύξησης

Εικόνα28: Υπολογιστικό Φύλλο απωλειών FINE

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : υπογείο

Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 0

Επίπεδο : ισογείο

1	ΓΗΠΕΔΟ ΜΠΑΣΚΕΤ	: 164256
2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	: 6675
3	ΑΠΟΔΗΤΗΡΙΑ ΓΗΠΕΔΟΥ	: 19921
4	ΧΩΡΟΣ ΒΑΡΩΝ	: 22096
5	ΑΠΟΘΗΚΗ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	: 8803
6	ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΟΡΓΑΝΗ	: 28929
7	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΔΙΑΙΤΗΤΩΝ	: 4186
8	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΩΝ	: 6049
9	WC1	: 3167
10	ΓΡΑΦΕΙΑ	: 2916
11	ΝΤΟΥΖ 1	: 925
12	WC2	: 1079
13	ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΤΟΥΖ	: 2179
14	ΝΤΟΥΖ 2	: 1823
15	WC 3	: 1657
16	ΤΑΜΕΙΟ	: 985
17	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ	: 1975
Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου		: 277619
Άθροισμα Απωλειών Χώρων		: 277619
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου		: 281165

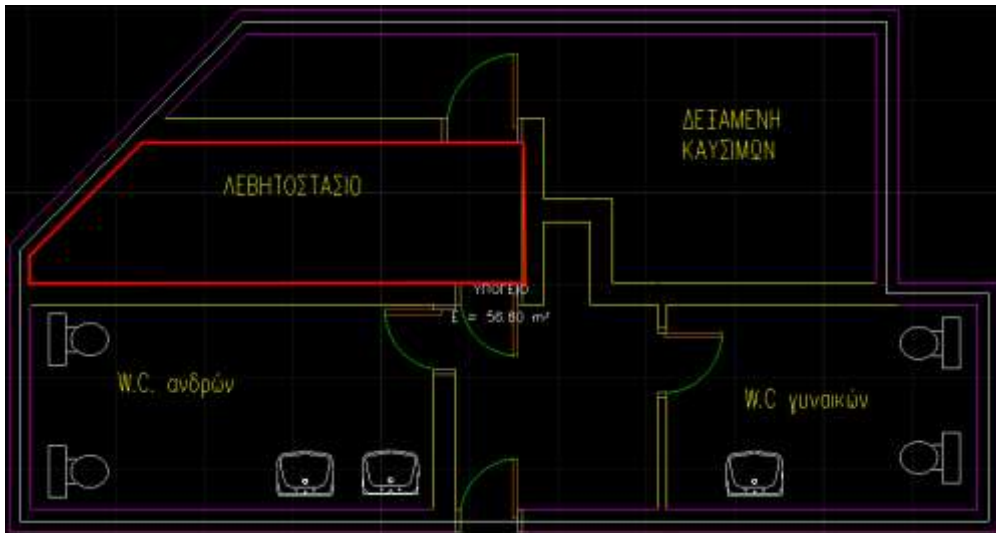
Εικόνα 29: Συνολικά αποτελέσματα Απωλειών Χώρων

Συνολικά Φορτία Ψύξης

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΛΟΡΕ ΤΩΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
23 ΙΟΥΛ.	32	28	26	26	27	31	36	42	49	56	62
24 ΑΥΓ.	21	17	15	15	16	19	24	30	37	43	49

Εικόνα 30: Συνολικά αποτελέσματα Ψυκτικών Φορτίων



Εικόνα31: Χώρος λεβητοστασίου σημειωμένος με κόκκινο

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης

Τύπος	Φασματική ισχύς (kW)	Τύπος λέβητα (μονάδα για)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μπερ)	Καύσιμο	Ισχύς μείκτης (kW)	Υπολογισμός ισχύος (kW)	Πραγματ. βαθμός απόδοσης η _{ημ}	Υπολογισμός βαθμός απόδοσης η _{ημ1}	Υπολογισμός βαθμός απόδοσης υπερπίεση η _{ημ2}	Συντελεστής μόνωσης η _μ	Πραγματ. βαθμός απόδοσης η _μ	Υπολογισμός βαθμός απόδοσης η _{μ1}	Κόστος ανά kWh (€)	Μείωση μισθών/βαθμιαί κόλλυψη
1	Λέβητας	200.00	Συνήθης	Χαλός ή καται/Πετρέλαιο θέρ	165.00	165.00	0.934	0.934	0.950	0.949	0.842			
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														

OK Ακύρα

1.13 Μη Προσεχιά... Υπαλογιζόμενος

Εικόνα 32: Στοιχεία λέβητα στο 4M KENAK

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης

Επιθυμητή θερμανόμενη επιφάνεια (m²)	
Θερμανόμενη επιφάνεια (m²)	1094.435
Επιθυμητός θερμανόμενος όγκος (m³)	
Θερμανόμενος όγκος (m³)	3283.3050
Παρουσία συστήματος θέρμανσης	ΝΑΙ
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης	Είναι συμπληρωμένο
Σύστημα διανομής	
Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών	1
Διέλευση δικτύου διανομής θερμού μέσου	Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς
Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου	χωρίς μόνωση
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	
Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	200.00
Θερμοκρασία θερμικού μέσου	Υψηλή (90-70°C)
Στοιχεία αεραγωγών	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.880
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα εκπομπής	
Παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας θερμικών μονάδων f _{rad}	0.90
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας f _{lm}	0.97
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας θερμικών μονάδων (f _{hydr})	1.00
Βλάβες και κακοσυντήρηση θερμικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)	ΝΑΙ
Τύπος θερμικής μονάδας	Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.910
Κόστος (€)	0.00
Βοηθητικά συστήματα	
Ειδική εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m²)	0.00

Εικόνα 33: Στοιχεία συστήματος θέρμανσης του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4M KENAK

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης

	Τύπος	Πραγματική ισχύς (kW)	Τύπος λέβητα (μόνο για χωρίς λέβητα)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο)	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (kW)	Υπολογισμός ισχύος (kW)	Πραγματικός βαθμός απόδοσης ηη1	Υπολογισμός βαθμού απόδοσης ηη1	Υπολογισμός βαθμού υπερθέρμανσης ηη2	Εντελές μόνωση	Πραγματικός βαθμός απόδοσης ηη1	Υπολογισμός συνολικού βαθμού απόδοσης	Κόστος (€)	Μείωση μπεισίων βαθμολογίας
1	Τοπικές ηλεκτρικές	10.00	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	Ηλεκτρισμός	23.00	23.00					1.000	1.000		
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															

OK Ακύρο

1: 13 Μη Προσπελάσιμα Υπολογιζόμενα

Εικόνα 34: Στοιχεία ηλεκτρικών μονάδων στο 4M KENAK

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης

Επιθυμητή θερμανόμενη επιφάνεια (m ²)	
Θερμανόμενη επιφάνεια (m²)	110.386
Επιθυμητός θερμανόμενος όγκος (m ³)	
Θερμανόμενος όγκος (m³)	331.1560
Παρουσία συστήματος θέρμανσης	NAI
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης	Είναι συμπληρωμένο
Σύστημα διανομής	
Αριθμός ζυγίων κατακόρυφων στηλών	1
Διάχυση δικτύου διανομής θερμού μέσου	Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς
Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου	μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	
Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	10.00
Θερμοκρασία θερμού μέσου	Υψηλή (90-70°C)
Στοιχεία αεραγωγίων	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.955
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα εκπομπής	
Παράγοντας απαιτελεσματικότητας ακτινοβολίας τερματικών μονάδων f_rad	1.00
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας f_m	0.97
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας τερματικών μονάδων (f_hydr)	1.00
Βλάβες και κακοσυντήρηση τερματικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)	ΟΧΙ
Τύπος τερματικής μονάδας	Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.938
Κόστος (€)	0.00
Βοηθητικά συστήματα	
Ειδική εγκαταστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)	0.00

Εικόνα 35: Στοιχεία συστήματος θέρμανσης των αποδυτηρίων Α' στο 4M KENAK

Φωτισμός	
Χρήση	Λουτρό
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	25.00
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	706.47
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	14.08
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Χειροκίνητος έλεγχος φυσικού φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χειροκίνητος διακόπτης (αφή/σβέσης)
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	OXI
Φωτισμός ασφαλείας	OXI
Εφεδρικό σύστημα	
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	1.5542
Επιθυμητή περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	0
Περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	69
Κόστος (€)	0.00

Εικόνα 36: Στοιχεία φωτισμού των αποδυτηρίων Α' στο 4M KENAK

	Τύπος λέβητα (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ισχύς μείκτης (kW)	Υπολογισμένη ισχύς (kW)	Πραγματικός βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος βαθμός υπερθέρμανσης	Συντελεστής μόνωσης (μόνο	Πραγματικός βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος συνολικός βαθμός απόδοσης	Καύσιμο	Συντελεστής απόδοσης ή COP	Τοποθέτ	Κόστος (€)	Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης	Κακοσυντήρησι (Πανά κτήρια
1	Χωρίς λέβητα	Με λέβητα		259.93	1.000	1.000					Ηλεκτρική	1.000				
2																
3																
4																
5																

Εικόνα 37: Στοιχεία Συστήματος ΖΝΧ στο 4M KENAK



Εικόνα 38: Αποτέλεσμα ενεργειακής κατάταξης από Τεχνική αναφορά του 4M KENAK

Κατ.	Είδ. Επισ.	Προσαρμοστική Γραμμή	Προσαρμοστική Γραμμή	Γενικό Όριμα	Αναρμόμνη	Συντελεστής U (W/m²K)	Υπολογισμός U' (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επισ.	Συν. Επιφ. (m²)	Αναρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. (m²)	Συνολ. ροή/ώρα	Γενικός μέσος θερμότητα	Κωδικός ποιότητας	Εύρος όρασης κτιστός 1 (m)
3	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	6.85	3	20.55	1	20.55		20.55				
4	T2	0	B	ΕΠ		0.296	0.296	19.65	3	58.95	1	58.95		58.95				
5	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	4.45	3	13.35	1	13.35		13.35				
6	T2	0	B	ΕΠ		0.296	0.296	0.30	3	0.90	1	0.90		0.90				
7	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	2.45	3	7.35	1	7.35		7.35				
8	T2	0	B	ΕΠ		0.296	0.296	7.15	3	21.45	1	21.45		21.45				
9	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	6.20	3	18.60	1	18.60	6.38	12.22				
10	A2	270	Δ	ΕΠ	A	1.5	1.500	2.90	2.20	6.38	1	6.38		6.38			Δ1	
11	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00				
12	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	3.40	3	10.20	1	10.20		10.20				
13	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	10.55	3	31.65	1	31.65		31.65				
14	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	6.25	3	18.75	1	18.75	7.48	11.27				
15	A1	270	Δ	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74		3.74			Δ2	
16	A1	270	Δ	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74		3.74			Δ3	
17	T2	180	N	ΕΠ	A	0.296	0.296	26.70	3	86.10	1	86.10	6.38	79.72			N1	
18	A2	180	N	ΕΠ	A	1.5	1.500	2.90	2.20	6.38	1	6.38		6.38				
19	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	6.20	3	18.60	1	18.60		18.60				
20	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00				
21	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00				
22	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00				
23	Δ2			ΦΕ		0.580	0.240	1.80	906.5	906.5	1	906.5		906.5				3.00
24	Δ2	E	E	ΜΟΚ		0.580	0.580	1.80	21.26	21.26	1	21.26		21.26	0.606	ΥΠΟΓΕΙΟ		3.00
25	Δ2			ΦΕ		0.580	0.330	1.80	85.19	85.19	1	85.19		85.19				3.00
26	Δ2			ΦΕ		0.580	0.330	1.80	37.50	37.50	1	37.50		37.50				3.00
27	Ο1	0	0	ΕΠ		0.186	0.186	1.80	1094	1094	1	1094		1094				

Εικόνα 39: Νέα στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου στο 4M-KENAK

Είδ. Εργ.	Προσανατολ. (°)	Προσανατολ. (°)	Γωνιών βάσης	Αερού μολ.	Συντελεστής U (W/m²K)	Πολυγωνικό συντελεστής U (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Εμβα. (m²)	Αριθ. Εργ.	Συν. Εμβα. (m²)	Αερω. Εμβα. (m²)	Εμβα. Υπολ. (m²)	Συνολ. αξιολογ. ε.μ.	Γαλανικός Μ88 ή Στοιμολόγηση	Κωδικός ανάγνωσης	Ύψος βάσης Πλευράς 1 (m)
3	T2	270	Δ	ΕΠ	0.296	0.296	6.20	3	18.60	1	18.60		18.60				
4	T2	180	Ν	ΕΠ	0.296	0.296	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30				
5	Δ2			DE	0.580	0.330	1.00	98.46	98.46	1	98.46		98.46				3.00
6	O1	O	O	ΕΠ	0.196	0.196	1.00	104.3	104.3	1	104.3		104.3				
7	T2	0	Β	ΕΠ	0.296	0.296	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30				
8	T2	270	Δ	ΕΠ	0.296	0.296	8.40	3	25.20	1	25.20		25.20				
9	E1	E	E	ΜΕΛ	0.70	0.700	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30	0.376	ΑΠΟΘΗΚΗ		
10	T2	90	Α	ΕΠ	0.296	0.296	8.40	3	25.20	1	25.20		25.20				
11	Δ2			DE	0.580	0.330	1.00	135.8	135.8	1	135.8		135.8				3.00
12	O1	O	O	ΕΠ	0.196	0.196	1.00	142.2	142.2	1	142.2		142.2				

Εικόνα 40: Νέα στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρών στο 4M-KENAK

Είδ. Εργ.	Προσανατολ. (°)	Προσανατολ. (°)	Γωνιών βάσης	Αερού μολ.	Συντελεστής U (W/m²K)	Πολυγωνικό συντελεστής U (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Εμβα. (m²)	Αριθ. Εργ.	Συν. Εμβα. (m²)	Αερω. Εμβα. (m²)	Εμβα. Υπολ. (m²)	Συνολ. αξιολογ. ε.μ.	Γαλανικός Μ88 ή Στοιμολόγηση	Κωδικός ανάγνωσης	Ύψος βάσης Πλευράς 1 (m)
3	A4	180	Ν	ΕΠ	A	0.63	0.630	0.75	2.00	1.50	1	1.50	1.50			N2	
4	A4	180	Ν	ΕΠ	A	0.63	0.630	0.75	2.00	1.50	1	1.50	1.50			N3	
5	T2	90	Α	ΕΠ		0.296	0.296	18.55	3	55.65	1	55.65	48.69				
6	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A1	
7	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A2	
8	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A3	
9	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A4	
10	T2	0	Β	ΕΠ		0.296	0.296	5.25	3	15.75	1	15.75	3.74	12.01			
11	A1	0	Β	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			B1	
12	Δ2			DE		0.580	0.330	1.00	98.37	98.37	1	98.37	98.37				3.00
13	O1	O	O	ΕΠ		0.196	0.196	1.00	110.3	110.3	1	110.3	110.3				

Εικόνα 41: Νέα στοιχεία κελύφους αποδυτηρίων Α' στο 4M-KENAK

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : γροgeio

Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 0

Επίπεδο : isogeio

1	ΓΗΠΕΔΟ ΜΠΑΣΚΕΤ	:	28273
2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	1041
3	ΑΠΟΔΗΤΗΡΙΑ ΓΗΠΕΔΟΥ	:	2740
4	ΧΩΡΟΣ ΒΑΡΩΝ	:	3463
5	ΑΠΟΘΗΚΗ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	:	1383
6	ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΟΡΓΑΝΗ	:	4548
7	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΔΙΑΙΤΗΤΩΝ	:	909
8	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΩΝ	:	1079
9	WC1	:	719
10	ΓΡΑΦΕΙΑ	:	672
11	ΝΤΟΥΖ 1	:	163
12	WC2	:	191
13	ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΤΟΥΖ	:	534
14	ΝΤΟΥΖ 2	:	325
15	WC 3	:	326
16	ΤΑΜΕΙΟ	:	252
17	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ	:	504
Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου			: 47123
Άθροισμα Απωλειών Χώρων			: 47123
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου			: 47132

Εικόνα 42: Νέες θερμικές απώλειες χώρων από FINE

Συνεπικρατικό Φορτίο Κτιρίου

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
23 ΙΟΥΛ	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5
24 ΑΥΓ.	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4

Εικόνα 43: Νέα Ψυκτικά φορτία χώρων από FINE

	Είδος	Προγραμματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Τύπος Α.Θ. (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ενεργειακή σήμανση (E.L) λέβητα/Α.Θ.	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογισμός ισχύς (KW)	Β. Απόδοσης ηεΑθ-λεβ. με Εποσοτικός ηεβ. χωρίς	Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	Υπολογιζόμενα βαθμός απόδοσης ηεΚθ=ηεβ x ηεΑθ	Υπολογιζόμενα βαθμός υπερδραστικότητας
1	Γεωθερμική	A46.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	40.00	40.00	5.000		4.650	1.000
2	Γεωθερμική	A12.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	12.00	12.00	5.000		4.650	1.000
3	Γεωθερμική	A8.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	7.00	7.00	5.000		4.650	1.000

Εικόνα 44: Χαρακτηριστικά γεωθερμικών αντλιών για θέρμανση στο 4M KENAK

	Είδος	Ψυχόμενο Μέσο	Ενεργειακή σήμανση	Βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER ή	Ονομαστική ψυκτική ισχύς (KW)	Καύσιμο	Τεχνολογία ψυκτική ή Α.Θ.	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογιζόμενη ισχύς (KW)	Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης SEER
1	Γεωθερμική	Απ. εκτόνωση	Ναι	3.000	35.00	Ηλεκτρισμός	Άλλος αερόψι			1.80
2	Γεωθερμική	Απ. εκτόνωση	Ναι	3.000	10.00	Ηλεκτρισμός	Άλλος αερόψι	10.00	10.00	1.80
3	Γεωθερμική	Απ. εκτόνωση	Ναι	3.000	8.00	Ηλεκτρισμός	Άλλος αερόψι	8.00	8.00	1.80

Εικόνα 45: Χαρακτηριστικά γεωθερμικών αντλιών για ψύξη στο 4M KENAK

		Φωτισμός
Χρήση		Κλειστό γυμναστήριο
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)		60.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού		300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)		0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m²)		8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού		Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης		Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών		OXI
Φωτισμός ασφαλείας		ΝΑΙ
Εφεδρικό σύστημα		ΝΑΙ
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)		9.1933

Εικόνα 46: Νέα στοιχεία φωτισμού του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4M KENAK

		Φωτισμός
Χρήση		Κλειστό γυμναστήριο
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)		60.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού		300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)		0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m²)		8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού		Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης		Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών		OXI
Φωτισμός ασφαλείας		ΝΑΙ
Εφεδρικό σύστημα		ΝΑΙ
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)		2.0994

Εικόνα 47: Νέα στοιχεία φωτισμού του κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρών στο 4M KENAK

Φωτισμός	
Χρήση	Λουτρό
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	60.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού	300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΟΧΙ
Φωτισμός ασφαλείας	ΝΑΙ
Εφεδρικό σύστημα	ΝΑΙ
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	0.9272

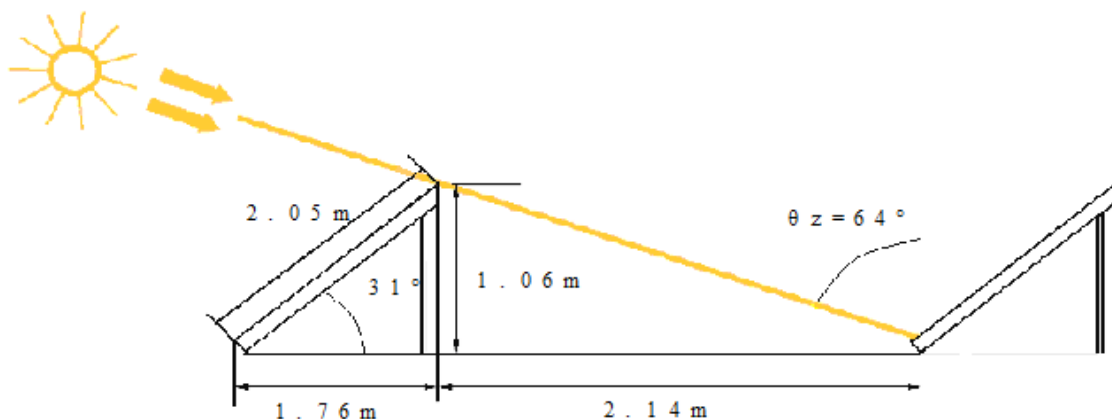
Εικόνα 48: Νέα στοιχεία φωτισμού των αποδυτηρίων Α' στο 4Μ ΚΕΝΑΚ

	Τύπος μονάδας	Πραγματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Τύπος Α.Θ. (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ενεργειακή σήμανση (ΕΣ) λέβητα/Α.Θ.	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογισμένη ισχύς (KW)	Β.Απόδοση nsΑθ-Λεβ.με Εργητ-Λεβ.χωρ. --	Επιθυμητός εποχιακός βαθμός απόδοσης	Υπολογιζόμενο βαθμός απόδοσης nsΚθ=ηηη1	Υπολογιζόμενο βαθμός υπερδιασασιας ηη1
1	Τοπικός ηλεκτρ.	6.00	Χωρίς λέβητα	Χωρίς Α.Θ.	Χωρίς λέβητα			8.66	1.000		1.000	
2	Αντλία θερμότητας	44.00	Χωρίς λέβητα	Απ.εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	40.00	40.00	5.010		4.659	1.000

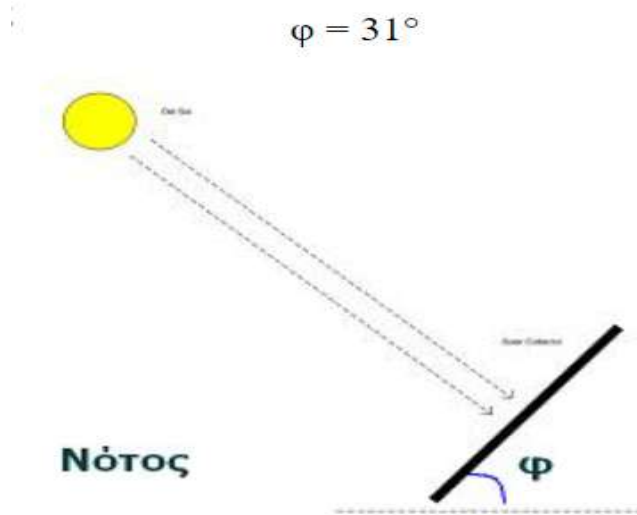
Εικόνα 49: Στοιχεία υποσυστημάτων ΖΝΧ κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4Μ ΚΕΝΑΚ

Ηλιακός Συλλέκτης	
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)	40.00
Μήκος συλλέκτη (m)	2.05
Τύπος ηλιακών συλλεκτών	Επιλεκτικός
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση	0.000
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ	0.728
Προσανατολισμός (°)	180
Προσανατολισμός	N
Κλίση (°)	31.00
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης	0.81
Ποσοστό Ηλιακών Συλλεκτών που χρησιμοποιείται για θέρμανση (%)	0.00
Ελάχιστη απόσταση συλλεκτών (m)	3.90

Εικόνα 50: Στοιχεία ηλιακού συλλέκτη του συστήματος ΖΝΧ κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4Μ ΚΕΝΑΚ



Εικόνα 51: Απόσταση μεταξύ σειρών πάνελ από την τεχνική έκθεση



Εικόνα 52: Γωνία κλίσης φωτοβολταϊκών και προσανατολισμός

		Φωτοβολταϊκά
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)		25.47
Ισχύς (kW)		5.40
Βαθμός απόδοσης		0.20
Προσανατολισμός (°)		180
Προσανατολισμός		N
Κλίση (°)		31.00
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης		1.00
Κόστος (€/kW)		0.00
Σύνδεση		Με συμψηφισμό

Εικόνα 53: Στοιχεία Φ/Β κλειστού γηπέδου μπάσκετ στο 4M KENAK

Ενεργειακή κατηγορία:										
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:										
$EP \leq 0,33 R_R$	A+									
$0,33 R_R < EP \leq 0,5 R_R$	A									
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	B+									B+
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$	B									482.2 kWh/m²
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	Γ									
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	Δ									
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	E									
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	Z									
$2,73 R_R < EP$	H									

Εικόνα 54: Αποτέλεσμα ενεργειακής κατάταξης από Τεχνική αναφορά του 4M KENAK

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Πίνακας 2.1 TOTEE 20701-1/2017

Συνάθροισης κοινού	Εσπιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Διαδρόμοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση

Πίνακας 2: Συμβατικά συστήματα κάλυψης θερμικών αναγκών

Σύστημα	Ισχύς(kw)
Λέβητας(πετρελαίου)	200

Πίνακας 3: Στοιχεία ηλεκτρικών φορτίων

Σύστημα	Ισχύς(kw)
Λαμπτήρες Αλογόνου	29,81
θερμοσίφωνες	25
Ηλεκτρικές Σόμπες	20

Πίνακας 4: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Κλειστό γυμναστήριο)

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Κλειστό γυμναστήριο)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Κλειστό γυμναστήριο	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	1094.4	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	160	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	33.75	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πίνακας 5: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 2 (Κλειστό γυμναστήριο)

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 2 (Κλειστό γυμναστήριο)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Κλειστό γυμναστήριο	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	249.9	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	0	Τεύχος υπολογισμών

Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	33.75	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πίνακας 6: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 3 (Λουτρό)

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 3 (Λουτρό)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Λουτρό	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	110.4	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	57	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	6.00	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πίνακας 7: Συντελεστές Κουφωμάτων βάση σκιασμού

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F _{hor} θέρμ.	F _{hor} ψύξη	F _{ov} θέρμ.	F _{ov} ψύξη	F _{fin} θέρμ.	F _{fin} ψύξη
isogeio	BΔ2	318	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BΔ3	318	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ1	228	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ2	228	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ3	228	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ4	228	0.17	3.340	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA1	138	0.75	3.381	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 8: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση από έκθεση αναφορά

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	79.4	61.9	45.3	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	46.5	68.6	329.1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	25.9	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ύγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	40.9	37.0	40.9	39.6	40.9	39.6	40.9	40.9	39.6	40.9	39.6	40.9	481.8
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	107.6
Βοηθητικά συστήματα	8.1	7.3	8.1	7.9	8.1	10.0	10.3	10.3	7.9	8.1	7.9	8.1	102.3
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	137.4	115.2	103.4	72.5	58.0	76.3	86.1	83.5	56.4	62.3	95.4	126.7	1073.2

Πίνακας 9: Τελική κατανάλωση ενέργειας σεναρίου ανά τελική χρήση από έκθεση αναφοράς

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.10	7.60	6.90	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	6.20	8.30	46.90
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	10.00	10.70	10.50	3.30	0.00	0.00	0.00	38.00
ZNX	5.00	4.40	6.00	7.70	6.40	4.60	4.00	3.90	5.00	2.80	2.10	3.40	55.20
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	2.00	2.10	2.80	3.20	3.70	4.10	4.30	4.10	3.40	2.70	2.00	1.70	36.10
Φωτισμός	4.10	3.70	4.10	3.90	4.10	3.90	4.10	4.10	3.90	4.10	3.90	4.10	47.70
Φωτοβολταϊκά	1.20	1.20	1.70	1.90	2.20	2.50	2.50	2.40	2.00	1.60	1.20	1.00	21.50
Σύνολο	18.20	15.70	17.00	16.40	13.90	18.50	18.70	18.50	12.20	10.70	12.20	15.80	187.8

Πρόλογος

Κάποια από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η σύγχρονη κοινωνία, είναι η ενεργειακή επάρκεια αλλά και η κλιματική αλλαγή ως απόρροια της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Τα αποθέματα σε ορυκτά καύσιμα, που αποτελούν την κύρια πηγή ενέργειας, σε συνδυασμό με την όλο και αυξανόμενη ζήτηση αυτής τείνουν να τελειώσουν,

ενώ οι επιπτώσεις από την συνεχή και μέχρι πρότινος αποκλειστική χρήση τους έχουν αρχίσει πλέον και επηρεάζουν άμεσα την καθημερινότητά μας σε μεγάλο βαθμό. Με σκοπό λοιπόν την λύση αυτών των προβλημάτων, τόσο για την περαιτέρω εξέλιξη όσο και για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα έχει στραφεί στην ανάπτυξη και τη χρήση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες δεν αφήνουν σε τόσο μεγάλο βαθμό, όσο τα ορυκτά καύσιμα, το αποτύπωμά τους στο περιβάλλον και θεωρητικά δε θα εξαντληθούν ποτέ. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την ενεργειακή μετάβαση κατέχει και ο τομέας των κτιρίων που αποτελεί βασικό αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας. Τα κτίρια όλων των κατηγοριών, όπως αναλύεται και παρακάτω, αποτελούν έναν από τους βασικούς καταναλωτές ενέργειας σε όλες της τις μορφές της. Έτσι έχουν πλέον θεσπιστεί νόμοι, που στην ουσία ορίζουν ακόμα και για τα παλιά κτίρια ότι θα πρέπει να μειώσουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, αλλά και την ενέργεια την οποία χρειάζονται, να την παράγουν τα ίδια, είτε εξολοκλήρου είτε μέρος αυτής με ΑΠΕ . Οι τρόποι με τους οποίους θα επιτευχθεί αυτό το σημαντικό εγχείρημα, αλλά και κάποιες από τις νέες τεχνολογίες που ως σκοπό έχουν τη λύση των προβλημάτων χρήσης των ΑΠΕ, αναφέρονται παρακάτω τόσο στο βιβλιογραφικό κομμάτι όσο και στο κομμάτι της μελέτης.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Κτίρια n-ZEB

Η έννοια του NetZeroEnergyBuilding (NZEB) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει ένα κτίριο με χαρακτηριστικά όπως η ίση παραγωγή ενέργειας με τη χρήση, η μεγάλη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων και το κόστος της ενέργειας που ισούται με μηδενικές ή καθαρές μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου [1]. Μπορεί επίσης να αναφέρεται ως κτίριο που παράγει επαρκή ανανεώσιμη ενέργεια επί τόπου για να ικανοποιήσει τις ενεργειακές του απαιτήσεις [2]. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους τα κτίρια μπορούν να επιτύχουν καθαρή μηδενική ενέργεια, συμπεριλαμβανομένου του ολοκληρωμένου σχεδιασμού κτιρίων, των μετασκευών και της εξοικονόμησης ενέργειας [3]. Για παράδειγμα, η μόνωση υψηλής ποιότητας αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της συμβολής στην επίτευξη καθαρής μηδενικής ενέργειας μέσω της αποτελεσματικής μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων [4]. Η χρήση ενδοδαπέδιας θέρμανσης στη θέση των θερμαντικών σωμάτων μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, καθώς το νερό δεν χρειάζεται να θερμανθεί τόσο πολύ για να επιτευχθεί θερμική άνεση. Τέλος, η παραγωγή και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (π.χ. αιολική, ηλιακή, γεωθερμία και βιοενέργεια) διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην εκπλήρωση των NZEB. Έχουν διεξαχθεί εκτενείς μελέτες σχετικά με την ανάπτυξη NZEB με τους διάφορους τύπους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, η πρακτική εφαρμογή των NZEB βρίσκεται ακόμη στα αρχικά της στάδια, ιδίως για εκείνα που υποστηρίζονται από καταναλωμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Υπάρχουν περιορισμένες επισκοπήσεις που συνοψίζουν την ανάπτυξη NZEB όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τις μεθόδους (λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες όπως η οικονομική βιωσιμότητα και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις) σχεδιασμού των NZEB. Οι Harkouss και Fardoun εξέτασαν τους ορισμούς και τα σχέδια των NZEB και τα μειονεκτήματά τους και θεώρησαν τις πιο χρησιμοποιούμενες εφαρμογές ηλεκτρικής και θερμικής ανανεώσιμης ενέργειας για την υποστήριξη των NZEB [5]. Οι Fengetal. παρουσίασαν χαρακτηριστικά της τρέχουσας ανάπτυξης των NZEB, εξέτασαν τα σχέδια NZEB που ανταποκρίνονται στο κλίμα και ανέλυσαν τις επιλογές ενεργειακής απόδοσης και τεχνολογίας των κτιρίων [6]. Αξίζει να σημειωθεί ότι, εκτός από την έννοια του NZEB, υπάρχει μια έννοια που ονομάζεται "καθαρή ενέργεια" που χρησιμοποιείται συχνά για να εξηγήσει την ισορροπία μεταξύ της ενέργειας που καταναλώνεται από ένα κτίριο, τους ενοίκους και τα συστήματά τους, και την ενέργεια που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι Hernández και Kenny ενσωμάτωσαν την έννοια της «καθαρής ενέργειας» για να βοηθήσουν στον σχεδιασμό ενός δομημένου περιβάλλοντος από την άποψη του κύκλου ζωής, οδηγώντας στον ορισμό των κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας κύκλου ζωής (LC-ZEB) [7]. Έχουν

πραγματοποιηθεί λίγες μελέτες που εξετάζουν τη συμβολή της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ανάπτυξη NZEB και την τεχνοοικονομική σκοπιμότητα και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην υποστήριξη των NZEB. Συγκεκριμένα, υπάρχουν σπάνιες μελέτες που συνοψίζουν συστηματικά τις δυνατότητες διαφορετικών τύπων ανανεώσιμων πηγών για την υποστήριξη των NZEB και τις μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό των NZEB.

1.1.1 Κατάταξη n-ZEB

Τα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (N ZEBs) ταξινομούνται συνήθως σε τέσσερα γνωστά μοντέλα που βασίζονται σε διαφορετικούς τρόπους παραγωγής και χρήσης ενέργειας. Στα NetZero Site Energy Buildings (NZ-site-EB), στακτίρια Net-Zero Emissions (NZ-EB), στα Net-Zero Source Energy Buildings (NZ-source-EB) και στα Net-Zero Cost Energy Buildings (NZ-cost-EB) [8]. Ένα NZsite-EB παράγει μια μονάδα ενέργειας για κάθε μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται στο ίδιο το κτίριο. Η προέλευση της ενέργειας δεν λαμβάνεται υπόψη καθώς υποθέτει ότι μια μονάδα ενέργειας είναι ίση με εκείνη μίας άλλης, ανεξάρτητα από την πηγή της. Ο ορισμός αυτός μπορεί να αποτρέψει τον προσδιορισμό προοπτικών εξοικονόμησης κόστους, όπως οι τιμές τιμολόγησης ενέργειας αιχμής και εκτός αιχμής [9]. Ένα NZ-source-EB παράγει μια μονάδα ενέργειας για κάθε μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται στην ίδια την τοποθεσία. Η παραγωγή ενέργειας ποσοτικοποιείται στην πηγή [11]. Αυτός ο ορισμός έχει ένα πλεονέκτημα έναντι του πρώτου, καθώς εξετάζει την ενέργεια που μπορεί να χαθεί ή να σπαταληθεί κατά την παραγωγή ή τη διανομή. Ωστόσο, αποτρέπει επίσης τον εντοπισμό ευκαιριών εξοικονόμησης κόστους. Το NZ-source-EB υποδηλώνει ότι κάποια ενέργεια που παράγεται μπορεί να προέρχεται από μια πηγή εκτός του χώρου. Ένα κτίριο NZ-EB ορίζεται εκείνο που παράγει ενέργεια χωρίς εκπομπές, τουλάχιστον όση και καταναλώνει ενέργεια, η οποία παράγει εκπομπές [10]. Ενθαρρύνει την παραγωγή ενέργειας που παράγει εκπομπές εάν η ίδια ποσότητα ενέργειας αντισταθμίζεται από ενέργεια χωρίς εκπομπές. Για ένα NZ-cost-EB, ο ιδιοκτήτης του κτιρίου έχει μηδενικούς λογαριασμούς κοινής ωφέλειας. Ωστόσο, οι πάροχοι υπηρεσιών κοινής ωφέλειας συνήθως χρεώνουν ορισμένα τέλη για διάφορους λόγους, όπως η συντήρηση. Για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων συντήρησης και τη διατήρηση της ικανότητας κάλυψης πιθανών φορτίων, το σχετικό κόστος μπορεί να καταστήσει το NZ-cost-EB μη επιτεύξιμο. Δεν λαμβάνει υπόψη τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας και επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες, όπως οι διακυμάνσεις των τελών. Έχουν προταθεί ιεραρχικά βήματα για την ανάπτυξη NZEB. Πρώτον, η χρήση ενέργειας θα πρέπει να μειωθεί με τον περιορισμό της ποσότητας των απωλειών και των κερδών θερμότητας, λαμβάνοντας υπόψη συστήματα υπηρεσιών κτιρίων όπως η ψύξη και η θέρμανση. Δεύτερον, οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν τον ενεργειακό εφοδιασμό και να καλύψουν μέρος της χρήσης ενέργειας που δεν μπορεί να μειωθεί. Μπορούν να εξεταστούν τυπικές τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή θερμική ενέργεια, οι αντλίες θερμότητας, η βιοενέργεια και οι ανεμογεννήτριες [11]. Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με την αξιολόγηση των NZEB, χρησιμοποιείται μόνο η λειτουργική ενέργεια που προορίζεται για ένα κτίριο, ενώ η ενέργεια που συνδέεται με την κατασκευή του κτιρίου (δηλαδή την ενσωματωμένη ενέργεια) και τη θέση σε λειτουργία συχνά αγνοείται [12]. Αυτό οφείλεται κυρίως στην έλλειψη δεδομένων, στην προτίμηση για τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής και στη δυσκολία ποσοτικοποίησης της ενέργειας που ενσωματώνεται [13].

1.2 Νομοθετικό Πλαίσιο Στον Κτιριακό Τομέα

Οι νέοι Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) [158] οδηγούν σε αλλαγές στη νομοθεσία σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων για την προσαρμογή της Ελλάδας στις αυστηρές απαιτήσεις και απαιτήσεις της νέας Οδηγίας και των Κανονισμών Ενεργειακής Απόδοσης της ΕΕ. Στο πλαίσιο αυτό, το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, σύμφωνα με απόφαση του Υπουργού Εσωτερικών Γ. Σταθάκη, ανέθεσε στο Τεχνολογικό Επιμελητήριο Ελλάδος την υλοποίηση της εργασίας με τίτλο «Ανάπτυξη απαραίτητων ενεργειών για την αναθεώρηση της ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου πλαισίου για τα κτίρια». Η απόφαση που δημοσίευσε το υπουργείο Εσωτερικών στις 21 Νοεμβρίου 2018, με σημείο αναφοράς το 2016 έχει ήδη εφαρμοστεί από το ΤΕΕ, περιλαμβάνει πλήρη αναθεώρηση του ΚΕΝΑΚ και υφιστάμενων τεχνικών οδηγιών, έκδοση νέων πρότυπων τεχνικών οδηγιών για βιοκλιματικά κτίρια και κτίρια μηδενικής ενέργειας, νέους κανόνες για τους αντίστοιχους ενεργειακούς ελέγχους και αναθεωρήσεις στο λογισμικό ΤΕΕ-KΕΝΑΚ. Η πλήρης αποδοχή του έργου από το ΤΕΕ οδήγησε σε αλλαγές και μεταρρυθμίσεις στην υφιστάμενη νομοθεσία στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας και της ενεργειακής απόδοσης, με μέτρα όπως η ενσωμάτωση της κοινοτικής Οδηγίας 27, οι νέοι κανονισμοί ενεργειακής απόδοσης κτιρίων κ.λπ. ΚΕΝΑΚ), ενεργειακούς ελεγκτές, τεχνική καθοδήγηση μηχανικών και τα λεγόμενα καθεστώτα - σύμφωνα με τα οποία οι προμηθευτές ενέργειας είναι υπεύθυνοι για το 10% των στόχων ενεργειακής απόδοσης του εθνικού κτιριακού τομέα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις υποχρεωτικές διατάξεις της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, η οποία ορίζει πως από την 1η Ιανουαρίου 2019, τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα πρέπει να είναι κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και από την 1η Ιανουαρίου 2021, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας

Σύμφωνα με την απόφαση του Υπουργείου Εξωτερικών, το έργο του ΤΕΕ «Ανάπτυξη Απαιτούμενων Δράσεων για την Αναθεώρηση του Υφιστάμενου Πλαισίου Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» περιλαμβάνει:

– Εφαρμογή όλων των απαραίτητων ενεργειών που σχετίζονται με την ενημέρωση του υφιστάμενου νομοθετικού πλαισίου για την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων του υπολογισμού των βελτιστοποιημένων ως προς το κόστος επιπέδων ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και υφιστάμενα κτιριακά και δομικά στοιχεία, σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ.

– Υποστήριξη της Διεύθυνσης Ενεργειακής Πολιτικής και Ενεργειακής Απόδοσης της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας κατά την υλοποίηση του έργου παρακολούθησης.

Η υλοποίηση του έργου αναμένεται να χωριστεί σε δύο φάσεις, ως εξής:

Το πρώτο στάδιο:

- Ανάπτυξη τιμοκαταλόγου για μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

- Προτεινόμενες τροποποιήσεις στους Κανονισμούς Ενεργειακής Απόδοσης και τη σχετική υφιστάμενη νομοθεσία για να ενσωματωθούν τα αποτελέσματα της Έκθεσης Ελάχιστων Απαιτήσεων Κόστους Αποτελεσματικότητας και της Έκθεσης Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Ενέργειας.

Τροποποιεί τις Τεχνικές Οδηγίες 20701-1/2010, 20701 2/2010, 20701-3/2010, 20701-

4/2010, 20701-5/2010 προκειμένου να συνδυάσει όλες τις απαιτήσεις ελάχιστης απόδοσης για την οικονομική αναφορά και την αρχιτεκτονική αναφοράς σχεδόν μηδενικής απόδοσης .

- Δημοσίευση τεχνικής οδηγίας για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό προκειμένου να ενσωματωθούν οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους κανονισμούς ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

- Πρόταση αναθεώρησης του λογισμικού TEE-KENAK για ενσωμάτωση όλων των νομοθετικών και τεχνικών αναθεωρήσεων στο λογισμικό για καταναλωτικά κτίρια, την αναθεωρημένη TOTEE και τη νέα TOTEE βιοκλιματικού σχεδιασμού.

– Σύνταξη κατευθυντήριων γραμμών για τον έλεγχο των γενικών επισκευών, τον έλεγχο της οικονομικής, τεχνικής και λειτουργικής σκοπιμότητας, προετοιμασία ενεργειακών επιθεωρήσεων, ιδιαίτερα συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού κ.λπ.

Το δεύτερο στάδιο:

-Υποστήριξη της Διεύθυνσης Ενεργειακής Πολιτικής και Ενεργειακής Απόδοσης της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας για την αντιμετώπιση θεμάτων που ενδέχεται να προκύψουν κατά τη φάση υλοποίησης του έργου επίβλεψης. Κατά τη φάση αυτή του έργου, ο Ανάδοχος υποχρεούται να ενημερώσει τα παραδοτέα της Φάσης Α όπως υποδεικνύεται από τις παραπάνω υπηρεσίες.

1.2.1 Ενεργειακή Αναβάθμιση Αθλητικών Εγκαταστάσεων

Η ενέργεια που χρησιμοποιείται σε αθλητικούς χώρους καταναλώνεται περισσότερο για τη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Σε περιοχές που έχουν μεσογειακό κλίμα, η κατανάλωση ενέργειας είναι περίπου 260 KWh ανά τετραγωνικό μέτρο ετησίως (ICEU, 1994). Η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται εξαρτάται από τις συνθήκες στο εσωτερικό της εγκατάστασης, όπως ο φωτισμός, η θέρμανση και η ηλεκτρική ενέργεια για οποιουδήποτε χώρους ψυχαγωγίας εντός του κτιρίου. Αυτοί μπορεί να είναι σημαντικοί παράγοντες, καθώς οι αθλητικές δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα συχνά τη νύχτα. Το γενικό φως σε ολόκληρη την εγκατάσταση θα πρέπει να είναι περίπου 200 lux. Ο οριζόντιος κανονικός φωτισμός απαιτείται να είναι μεταξύ 200 και 400 lux, ανάλογα με τη χρήση που προορίζεται ο κάθε χώρος. Επειδή οι θεατές μπορεί να προκαλέσουν πολύ θόρυβο μέσα στον αθλητικό χώρο, το κεντρικό σύστημα εξαερισμού πρέπει να έχει χαμηλά επίπεδα θορύβου. Μία καλή ακουστική του χώρου είναι σημαντική για να διασφαλιστεί ότι ο ήχος μέσα δεν είναι πολύ δυνατός, καθώς η άνεση των χρηστών της εγκατάστασης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο θορύβου. Όπως αναφέρει ο (Μπαλαράς, 1996) το επίπεδο θορύβου που προτείνει το DIN 1946 T.2 για συχνότητα 1000 Hz, είναι 45 για χαμηλή ζήτηση και 50 για υψηλή ζήτηση. Η TOTEE/86 συνιστά επίσης επίπεδο θορύβου 45.

1.3 Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Στα n-ZEB

Οι Torcellini, Pless και Deru κατηγοριοποίησαν τα NZEB με βάση τους τύπους παροχής ανανεώσιμης ενέργειας και τη διαμόρφωση της χρήσης τους [14]. Η πρώτη κατηγορία αναφερόταν σε μια επιλογή επιτόπιας προμήθειας που τείνει να χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είναι διαθέσιμες εντός του αποτυπώματος του κτιρίου. Η παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια παρέχεται απευθείας στο κτίριο, γεγονός που μειώνει τις απώλειες διανομής και μεταφοράς. Η δεύτερη κατηγορία αναφερόταν σε μια επιλογή επιτόπιας προμήθειας που αποσκοπούσε στην καλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που είναι προσβάσιμες στα όρια του κτιρίου. Αυτές οι κατηγορίες σχετίζονται με τα μοντέλα NZ-site-EB και NZ-sourceEB, που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η τρίτη κατηγορία αναφερόταν σε μια εναλλακτική λύση εφοδιασμού εκτός των εγκαταστάσεων που αποσκοπούσε στη μεταφορά εκτός του χώρου εγκατάστασης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον τόπο. Η τέταρτη κατηγορία αναφερόταν σε μια επιλογή μη επιτόπιας προμήθειας που περιλάμβανε εγκατεστημένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μια επιλογή επιτόπιας προμήθειας τείνει να χρησιμοποιεί ανανεώσιμη ενέργεια που είναι διαθέσιμη εντός του αποτυπώματος ενός κτιρίου. Η επιλογή χρησιμεύει επίσης για την καλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που είναι διαθέσιμες στα όρια του οικοπέδου του κτιρίου για την τοπική παραγωγή και διανομή ενέργειας σε αντίθεση με τα κεντρικά συστήματα, τη βελτίωση της αξιοπιστίας και τη μείωση των απωλειών διανομής [15]. Μια μη επιτόπια προμήθεια στοχεύει στη μεταφορά ανανεώσιμων πόρων, που προέρχονται εκτός του χώρου ενός κτιρίου, σε αυτό για την παραγωγή ενέργειας επί τόπου. Ακόμα μικρής κλίμακας συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακά πάνελ και ανεμογεννήτριες έχουν εγκατασταθεί σε σπίτια. Υπάρχουν αυτόνομα συστήματα που επιτρέπουν στους πελάτες να παράγουν ένα μέρος των ενεργειακών τους αναγκών. Σε μια εγκατάσταση συνδεδεμένη με το δίκτυο, οι πελάτες μπορούν είτε να επαναφέρουν την πλεονάζουσα ισχύ στο δίκτυο είτε να την αποθηκεύσουν σε συστήματα αποθήκευσης για μελλοντική χρήση [16]. Συγκεκριμένα, οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: ανεμογεννήτριες μικρού μεγέθους και μεγάλες ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες μικρού μεγέθους είναι κατάλληλες για οικιακές εφαρμογές και εφαρμογές μικρών επιχειρήσεων με μέγιστη ισχύ μικρότερη από 100 kW, ενώ οι ανεμογεννήτριες μεγάλου μεγέθους χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας κοινής ωφέλειας σε αιολικά πάρκα και είναι πολλαπλάσια μεγαλύτερες από τις ανεμογεννήτριες μικρού μεγέθους [17]. Υπάρχουν τρεις κύριες διαμορφώσεις ενεργειακών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των καταναμημένων ενεργειακών συστημάτων, των αποκεντρωμένων ενεργειακών συστημάτων και των κεντρικών ενεργειακών συστημάτων [18]. Τα κεντρικά ενεργειακά συστήματα αναφέρονται στις μεγάλης κλίμακας μονάδες παραγωγής ενέργειας που παρέχουν ενέργεια μέσω ενός τεράστιου δικτύου διανομής, μακριά από το σημείο χρήσης. Τα αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα αναφέρονται στις μονάδες παραγωγής ενέργειας μικρής κλίμακας που χρησιμοποιούνται για την παροχή των ενεργειακών συστημάτων στους τοπικούς πελάτες. Στα αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα, οι μονάδες παραγωγής που χρησιμοποιούνται θα μπορούσαν να είναι αυτόνομες ή θα μπορούσαν επίσης να συνδεθούν με άλλα ενεργειακά συστήματα μέσω των κοινών πόρων. Τα δίκτυα και οι κοινόχρηστοι πόροι χρησιμοποιούνται για τον επιμερισμό της πλεονάζουσας ενέργειας. Στην περίπτωση των συνδέσεων, τα συστήματα μπορούν να γίνουν αποκεντρωμένα ενεργειακά δίκτυα που μπορούν να συνδεθούν με τα συστήματα των κτιρίων απευθείας. Ένα καταναμημένο ενεργειακό σύστημα μπορεί επίσης να εκληφθεί ως μια μικρής κλίμακας μονάδα παραγωγής ενέργειας που βρίσκεται κοντά στο σημείο

χρήσης για τους παραγωγούς. Οι μονάδες παραγωγής μπορούν επίσης να έχουν τη μορφή αυτόνομων ή σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να δημιουργηθούν για να σχηματίσουν ένα δίκτυο που μοιράζεται το πλεόνασμα ενέργειας. Στην περίπτωση σύνδεσης στα δίκτυα, τα ενεργειακά συστήματα μπορούν να μετατραπούν σε τοπικά καταναμημένα ενεργειακά δίκτυα που συνδέονται με κοντινά παρόμοια δίκτυα. Η ενσωμάτωση θεωρείται σημαντικό βήμα προς την ανάπτυξη ενός έξυπνου δικτύου και απαιτείται ένα αξιόπιστο δίκτυο επικοινωνίας για τη διαχείριση και τον έλεγχο αυτών των συστημάτων.

1.3.1 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια σημαντική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο και παράγει το ένα πέμπτο της παγκόσμιας ενέργειας [19]. Εκτιμήθηκε ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια παρείχε τουλάχιστον το 50% και το 90% της εθνικής ηλεκτρικής ενέργειας για 63 και 23 χώρες, αντίστοιχα [20]. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι στροβίλων υδροηλεκτρικής ενέργειας: οι ανεμογεννήτριες αντίδρασης και ώθησης. Το επίπεδο των λιμναζόντων υδάτων, η "κεφαλή" και ο όγκος ροής ή νερού με την πάροδο του χρόνου υπαγορεύουν τον τύπο του υδροηλεκτρικού στροβίλου που χρησιμοποιείται για ένα έργο. Άλλοι παράγοντες επιρροής περιλαμβάνουν το κόστος, την απόδοση του στροβίλου και το βάθος της εγκατάστασης του στροβίλου [21]. Οι υδροηλεκτρικοί στροβίλοι χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της πίεσης του νερού σε μηχανική ισχύ άξονα, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία μιας γεννήτριας ή άλλων μηχανημάτων. Η παραγόμενη ισχύς καθορίζεται από την κεφαλή πίεσης και τον όγκο του ρυθμού ροής. Οι σύγχρονες υδροηλεκτρικές τουρμπίνες μπορούν να μετατρέψουν έως και το 90% της ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, αυτό μειώνεται καθώς αυξάνεται το μέγεθος της τουρμπίνας. Η απόδοση των μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων είναι συνήθως 60-80% [22]. Μια δομή άντλησης, ένα σταμιευτήρα, ένας υδατοφράκτης και ένα κοντό κανάλι είναι τα βασικά συστατικά ενός υδροηλεκτρικού σταθμού [19]. Η δομή εισαγωγής στο φράγμα εκτρέπει το νερό μακριά από την πορεία του κύριου ποταμού και ελέγχει τη ροή του νερού μέσω της εισαγωγής. Το νερό διηθείται μέσω του ταμιευτήρα για την εξάλειψη των σωματιδίων πριν εισέλθει στον στροβίλο. Στον ταμιευτήρα ή στη δεξαμενή καθίζησης, το νερό έχει επιβραδυνθεί επαρκώς ώστε να επιτρέψει την καθίζηση της ύλης των σωματιδίων. Για την προστασία των στροβίλων, ένα ράφι προστασίας από σκουπίδια βρίσκεται συνήθως κοντά στον ταμιευτήρα. Η κορυφή του υδατοφράκτη απαιτείται να έχει μια βαλβίδα που να είναι κλειστή, όταν ο στροβίλος είναι εκτός λειτουργίας και χωρίς νερό, για τη διεξαγωγή της συντήρησής του. Το νερό επιπλέον εκτρέπεται πίσω στον ποταμό μέσω της διώρυγας που είναι γνωστή ως υπερχειλιστής όταν η βαλβίδα είναι κλειστή [22].

1.3.2 Αιολική Ενέργεια

Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια [23]. Καθώς η ροή του αέρα από τον άνεμο χτυπά το τμήμα της λεπίδας αεροτομής μιας τουρμπίνας, η δύναμη ανύψωσης είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη δύναμη οπισθέλκουσας, προκαλώντας τη στροφή των πτερυγίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [24]. Η ποσότητα ισχύος (P) που παράγεται σε Watt από μια ανεμογεννήτρια δίνεται από τον τύπο: $P = \frac{1}{2} C_p \rho A v^3$ όπου C_p είναι ο συντελεστής απόδοσης, ρ είναι η πυκνότητα του αέρα (kg/m^3), A είναι η σαρωμένη περιοχή των πτερυγίων των στροβίλων

(m^3) και u^3 είναι η ταχύτητα του ανέμου (m/s) [25]. Το όριο Betz (59,3%) ορίζει τη θεωρητική μέγιστη ποσότητα ενέργειας ανέμου που μπορεί να εξαχθεί από τις ανεμογεννήτριες [26]. Για μια τυπική ανεμογεννήτρια, τα ρουλεμάν βήματος συνδέουν την πλήμνη του ρότορα και το πτερύγιο του ρότορα και επιτρέπουν τη ρύθμιση των πτερυγίων έτσι ώστε η μέγιστη ποσότητα ενέργειας να μπορεί να εξαχθεί από τον άνεμο [27]. Ομοίως, το ρουλεμάν εκτροπής είναι μια δομή που υποστηρίζει τη διαδικασία ευθυγράμμισης των στροφείων της ανεμογεννήτριας προς τον άνεμο. Ανάλογα με το μέγεθος της τουρμπίνας, αυτό μπορεί να είναι ένα ενεργό ή ένα παθητικό σύστημα [28]. Ένα ενεργό σύστημα χρησιμοποιεί έναν κινητήρα για να γυρίσει την άτρακτο, ενώ ένα παθητικό σύστημα έχει ένα πτερύγιο ουράς τοποθετημένο στην τουρμπίνα και η άτρακτος των πτερυγίων είναι ελεύθερη να κινηθεί σύμφωνα με την κατεύθυνση του ανέμου. Τα παθητικά συστήματα χρησιμοποιούνται γενικά μόνο σε μικρότερες ανεμογεννήτριες. Οι μικρές ανεμογεννήτριες είναι κατάλληλες για ψηλότερα κτίρια [29]. Το κύριο όφελος που επιφέρει η αιολική ενέργεια είναι οι χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και οι χαμηλές απαιτήσεις σε καύσιμα [30]. Η συνολική χωρητικότητα της εγκατεστημένης κλίμακας χρησιμότητας είναι 82 GW μόνο στην Αμερική, καλύπτοντας το 6,2% της ζήτησης τερματικών. Στη Γερμανία, η αιολική ενέργεια αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με την εγκατεστημένη ισχύ να ανέρχεται σε 194,53 GW το 2016 [31]. Η Γερμανία είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη βάση αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη, ακολουθούμενη από την Ισπανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γαλλία. Η Πορτογαλία, η Δανία, η Πολωνία, η Τουρκία και η Σουηδία διαθέτουν περισσότερα από 5 GW αιολικών εγκαταστάσεων, και ειδικότερα η Δανία έχει το υψηλότερο (41%) μερίδιο αιολικής ενέργειας στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας [32]. Ακόμα η Ελλάδα στο τέλος του 2021 είχε εγκατεστημένη ισχύς 4,45GW καταφέροντας να καλύψει το 18% της ετήσιας ζήτησης ενέργειας στη χώρα [1 δικό μου]. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μειονέκτημα που συνδέεται με την αιολική ενέργεια είναι η ασυνέπεια της απόδοσης [33]. Επιπλέον, ένα πιθανό πρόβλημα με τις καταναλισκόμενες ανεμογεννήτριες όταν βρίσκονται κοντά σε κατοικίες είναι η σκιά που τρεμοπαίζει και οι περιστρεφόμενες λεπίδες ρίχνουν περιοδικά στον αστικό ιστό [34].

1.3.3 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί είτε μέσω φωτοβολταϊκών συλλεκτών είτε μέσω ηλιακών θερμικών συλλεκτών. Η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποσότητα της ηλιοφάνειας που επικρατεί, η οποία ποικίλλει σε τεράστιο βαθμό σε όλο τον κόσμο [35]. Η ενεργειακή πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιράς μας είναι περίπου 1368 W/m^2 . Η ενεργειακή πυκνότητα στην επιφάνεια της γης μειώνεται σε περίπου 1000 W/m^2 για μια επιφάνεια κάθετη στις ακτίνες του ήλιου στο επίπεδο της θάλασσας σε μια καθαρή ημέρα [36]. Η μέση ακατέργαστη ισχύς της ηλιοφάνειας σε μια οροφή με νότιο προσανατολισμό για παράδειγμα στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι περίπου 110 W/m^2 [37]. Η Μέση Ανατολή βρίσκεται στη λεγόμενη «Ζώνη του Ήλιου» της γης. Έτσι, δέχεται πολυάριθμα terawatts της ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Η καθημερινή μέση ηλιακή ακτινοβολία διαφέρει από μήνα σε μήνα και φτάνει περίπου τα 730 W/m^2 κατά τη διάρκεια του Μαρτίου και πέφτει σε περίπου 302 W/m^2 κατά τη διάρκεια του Αυγούστου [38]. Τα φωτοβολταϊκά στην Αφρική παράγουν ενέργεια μεταξύ 470 και 660 TWh περίπου [39]. Οι ΗΠΑ έχουν εκτιμήσει ότι το δυναμικό ηλιακής ενέργειας είναι αρκετά ικανό να παρέχει 400 ZWh/έτος [40]. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ αποτελούνται γενικά από δύο λεπτά στρώματα υλικού ημιαγωγών, όπως το πυρίτιο, στρωμαγωμένα μεταξύ τους. Ένα από τα στρώματα περιέχει φώσφορο για να δώσει αρνητικό ηλεκτροστατικό φορτίο, ενώ το άλλο στρώμα έχει ένα χημικό στοιχείο όπως το βόριο, δίνοντάς του ένα θετικό φορτίο [41]. Όταν η φωτεινή ενέργεια χτυπά το κύτταρο, τα ηλεκτρόνια χτυπιούνται χαλαρά από την αρνητικά

φορτισμένη πλευρά και συλλαμβάνονται από τη θετικά φορτισμένη πλευρά. Αυτή η ροή ηλεκτρονίων είναι ένα ηλεκτρικό ρεύμα που μπορεί να συλληφθεί από μεταλλικές επαφές [42]. Η απόδοση των φωτοβολταϊκών πάνελ τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί από περίπου 1% στο 46% [43]. Οι ηλιακοί θερμικοί συλλέκτες διαφέρουν από τα φωτοβολταϊκά πάνελ στο ότι χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή θερμότητας, αντί για ηλεκτρική ενέργεια [44]. Ενώ η ενέργεια που αποκτάται με αυτόν τον τρόπο είναι χαμηλότερης ποιότητας (συνήθως χρησιμοποιείται για θέρμανση), οι ηλιακοί θερμικοί συλλέκτες μπορούν να επιτύχουν πολύ υψηλότερη απόδοση από τα φωτοβολταϊκά πάνελ, με απόδοση έως και 70% [45]. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θερμοσίφωνα, λέβητα ή συλλέκτη. Για ένα τυπικό ηλιοθερμικό σύστημα που χρησιμοποιείται για νοικοκυριά, οι ηλιακοί συλλέκτες επίπεδων πλακών τοποθετούνται στην οροφή σε βέλτιστη γωνία για τη συγκέντρωση της μεγαλύτερης ποσότητας ηλιακής ενέργειας. Το νερό μέσα στα πάνελ συνδυάζεται με ένα αντιψυκτικό διάλυμα για την πρόληψη ζημιών σε ψυχρότερους μήνες. Το αντιψυκτικό διάλυμα θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες και στη συνέχεια διέρχεται από έναν εναλλάκτη θερμότητας για να θερμάνει το νερό για το σπίτι. το αντιψυκτικό διάλυμα διατηρείται σε δεξαμενή αποθήκευσης με βοηθητικό θερμοαντήρα σε περίπτωση που η θερμοκρασία του νερού είναι πολύ χαμηλή [46]. Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι πιο αποτελεσματικοί στην ψύξη του χώρου όταν είναι ενσωματωμένοι με θερμικά οδηγούμενο κλιματιστικό. Λόγω της ύπαρξης σημαντικής ποσότητας ηλιακής ενέργειας και των πολλών ωρών ηλιοφάνειας, τα ηλιακά συστήματα ψύξης, όπως τα θερμοηλεκτρικά συστήματα ψύξης, θεωρούνται μια ενδιαφέρουσα πράσινη τεχνολογία ψύξης στην περιοχή της Μέσης Ανατολής [47]. Το θερμοηλεκτρικό φαινόμενο, στο οποίο η ψύξη μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά κύτταρα απευθείας σε διαβάθμιση θερμοκρασίας, ενσωματώνεται σε αυτά τα συστήματα [48]. Ένα Φ/Β σύστημα μπορεί να τροφοδοτήσει τα θερμοηλεκτρικά συστήματα ψύξης απευθείας χωρίς τη χρήση μετατροπέα εναλλασσόμενου ρεύματος/συνεχούς ρεύματος, μειώνοντας έτσι σημαντικά τα έξοδα. Τα υγρά εργασίας δεν χρησιμοποιούνται σε θερμοηλεκτρικά συστήματα ψύξης επειδή δεν υπάρχουν μηχανικά κινούμενα μέρη. Επιπλέον, αυτά τα συστήματα είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τα ενδεχόμενα υπερθέρμανσης του πλανήτη(GWPs) τους αναφέρθηκε ότι κυμαίνονται από 0,13 έως 0,47 gCO₂-eq/Wh [47,49]. Ως εκ τούτου, οι συνδυασμένες τεχνολογίες (π.χ. θερμοηλεκτρικά συστήματα ψύξης και φωτοβολταϊκά) είναι επωφελείς για τη χρήση της ηλιακής ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, διευκολύνοντας την πλήρη πλήρωση των απαιτήσεων των NZEB.

1.3.4 Θερμική Ενέργεια

Οι επίγειες αντλίες θερμότητας (GSHPs) χρησιμεύουν ως πηγή θερμικής ενέργειας που μπορεί να αντικαταστήσει έναν παραδοσιακό λέβητα αερίου [50]. Τα GSHP χρησιμοποιούν τη σχετικά σταθερή θερμοκρασία των εδαφών, των πετρωμάτων και του νερού κάτω από την επιφάνεια της γης για τη θέρμανση χώρων και την παροχή ζεστού νερού για τα κτίρια [51]. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση σωλήνων συλλογής θερμότητας που περιέχουν νερό και μικρή ποσότητα αντιψυκτικού (ψυκτικό διάλυμα) σε γεώτρηση ή ρηχή τάφρο για την εξαγωγή θερμότητας από την γεώτρηση. Απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια για την τροφοδοσία της αντλίας. Ωστόσο, ένα τυπικό GSHP θα επιστρέψει περίπου τρεις ή τέσσερις φορές περισσότερη θερμική ενέργεια από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει [52]. Η ηλεκτρική ενέργεια εισόδου οδηγεί έναν κύκλο συμπίεσης / διαστολής που δρα στο διάλυμα ψυκτικού μέσου. Αυτός ο κύκλος εξάγει θερμική ενέργεια από ένα σώμα νερού χαμηλής θερμοκρασίας και μεγάλου όγκου και τη μεταφέρει σε πολύ μικρότερο όγκο νερού σε υψηλότερη θερμοκρασία, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση, όπως λειτουργεί δηλαδή και ένα ψυγείο [53]. Ακριβώς όπως μια αντλία νερού μπορεί να

μεταφέρει νερό από ένα χαμηλό υψόμετρο σε ένα υψηλό υψόμετρο, μια αντλία θερμότητας μπορεί να μεταφέρει θερμότητα από ένα περιβάλλον υψηλής θερμοκρασίας σε ένα περιβάλλον χαμηλής θερμοκρασίας. Εάν μια ανανεώσιμη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία της αντλίας, το σύστημα γίνεται ακόμη πιο φιλικό προς το περιβάλλον [54]. Στη Φινλανδία, η χρήση GSHP για θέρμανση σε μονοκατοικίες αυξάνεται συνεχώς και αντιπροσωπεύει το 38% της παροχής θερμότητας (το 25% των κατοικιών παρέχονται με άμεση ηλεκτρική θέρμανση) [55]. Από την άλλη οι αντλίες θερμότητας πηγής αέρα (ASHPs), χρησιμοποιούν θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα για τη θέρμανση συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης, καλοριφέρ και νερού σε κτίρια [56]. Τα οφέλη των ASHPs περιλαμβάνουν την παροχή θερμότητας σε χαμηλότερη θερμοκρασία για παρατεταμένες περιόδους, την αύξηση της συνολικής απόδοσης θέρμανσης (ιδίως όταν συνδυάζεται με άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) και την εξάλειψη των λογαριασμών καυσίμων στα NZEB όταν η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για ένα ASHP τροφοδοτείται από άλλη τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [57]. Δύο είδη συστημάτων ASHP είναι διαθέσιμα: αέρα-αέρα και αέρα-νερού [58]. Ένα σύστημα αέρα-νερού διανέμει θερμότητα μέσω ενός κεντρικού συστήματος υγρής θέρμανσης [59]. Οι αντλίες θερμότητας αποδίδουν πολύ καλύτερα σε συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας σε σύγκριση με ένα τυπικό σύστημα λέβητα. Είναι πιο κατάλληλα για συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης ή μεγαλύτερα θερμαντικά σώματα και μπορούν να εκπέμπουν θερμότητα σε χαμηλότερη θερμοκρασία (π.χ. 20 C) για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι αντλίες θερμότητας αέρα-νερού μπορούν να είναι πιο κατάλληλες για πρόσφατα κατασκευασμένα κτίρια [60]. Θα μπορούσε να είναι λιγότερο δαπανηρό εάν η αντλία θερμότητας ενσωματωθεί ως μέρος της αρχικής διαδικασίας κατασκευής, αντί να χρειάζεται να μετασκευάσει την ενδοδαπέδια θέρμανση στη συνέχεια. Τα συστήματα αέρα-αέρα, αντίθετα, παράγουν ζεστό αέρα που κυκλοφορεί από τους ανεμιστήρες για τη θέρμανση ενός σπιτιού. Ένα τέτοιο σύστημα δεν μπορεί να παράγει ζεστό νερό. Ένα σύστημα ASHP μπορεί να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα, καθώς χρησιμοποιεί μια ανανεώσιμη, φυσική πηγή θερμότητας – τον αέρα [61]. Τα ASHPs είναι εύκολο να εγκατασταθούν και δεν χρειάζονται συνεχή συντήρηση και μπορούν να παρέχουν τόσο ζεστό νερό όσο και θέρμανση. Ωστόσο, μπορούν να έχουν πολύ υψηλότερες εκπομπές από τα GSHP και δεν μπορούν να λειτουργήσουν πολύ καλά σε ψυχρές κλιματικές ζώνες λόγω του προβλήματος του παγετού. Επίσης, τα ASHPs αντιμετωπίζουν συνήθως το πρόβλημα της διαρροής ψυκτικού [62]. Οι αντλίες θερμότητας λαμβάνουν αυξανόμενη προσοχή λόγω της υψηλής απόδοσής τους όσον αφορά την απόδοση. Πολλές μελέτες επιβεβαιώνουν ότι, παρά τις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, οι αντλίες θερμότητας είναι από τα πιο οικονομικά αποδοτικά και ενεργειακά αποδοτικά συστήματα για τα NZEB [63]. Για παράδειγμα, στην Ελβετία, πάνω από το 90% των κτιρίων είναι εξοπλισμένα με αντλίες θερμότητας [64]. Στην Ιταλία, τη Γερμανία, τη Γαλλία και τη Δανία, οι αντλίες θερμότητας είναι προτιμότερες όσον αφορά την εκπλήρωση των απαιτήσεων των NZEB σύμφωνα με τους ελάχιστους μελλοντικούς οικοδομικούς κανονισμούς [65].

1.3.5 Βιοενέργεια

Η ενέργεια από βιομάζα αποτελεί περίπου το 9% του συνολικού εφοδιασμού πρωτογενούς ενέργειας στον κόσμο [66]. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από βιοενέργεια το 2019 ήταν 8,8 TWh, αντιπροσωπεύοντας το 25 % της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [67]. Στη Δανία και τη Φινλανδία, η βιοενέργεια αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 15% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ για χώρες όπως η Σουηδία, η Αυστρία, η Εσθονία, το Βέλγιο, η Ιταλία και η Βραζιλία, η ηλεκτρική ενέργεια με βάση τη βιομάζα αντιπροσωπεύει περίπου το 6 έως 8% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [68]. Μέχρι το 2018, η παγκόσμια

δυναμικότητα βιοκαυσίμων ήταν 130 GW, με την ΕΕ, την Κίνα, τις ΗΠΑ, την Ινδία και την Ιαπωνία να χρησιμοποιούν 42 GW, 17,8 GW, 16,2 GW, 10,2 GW και 4,0 GW, αντίστοιχα [69]. Δεδομένου ότι τα NZEB πρέπει να διαθέτουν αξιόπιστη πηγή ενέργειας για την επίτευξη σταθερού ενεργειακού εφοδιασμού, η βιομάζα τείνει να είναι μία από τις καταλληλότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς δεν επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες όπως επηρεάζεται η αιολική ή η ηλιακή ενέργεια, και ένας σταθερός εφοδιασμός μπορεί κανονικά να διατηρηθεί εφόσον υπάρχει επαρκής πρώτη ύλη που συντηρεί το σύστημα [70]. Επίσης, τα συστήματα βιομάζας έχουν απλό σχεδιασμό και είναι ευκολότερο να κατασκευαστούν σε σύγκριση με τις δομές που απαιτούνται π.χ. για γεωθερμικά συστήματα [71]. Επί του παρόντος, η βιοενέργεια συμβάλλει σε μια βιώσιμη κοινωνία μηδενικών εκπομπών άνθρακα σύμφωνα με τις πολιτιστικές και οικονομικές εξελίξεις [72]. Τα ενεργειακά αποδοτικά πράσινα κτίρια, όπως τα NZEB, αποκομίζουν περισσότερα οφέλη από τη βιοενέργεια από ό,τι από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [73]. Από οικονομική άποψη, η βιομάζα, ως καθαρή πηγή ενέργειας, προσελκύει διάφορα φορολογικά οφέλη από την κυβέρνηση. Μια μελέτη των D'Agostino και Mazzarella ισχυρίστηκε ότι, μεταξύ όλων των εναλλακτικών πηγών ενέργειας των NZEB, η βιομάζα είναι πιο αποτελεσματική όσον αφορά τον ενεργειακό εφοδιασμό [74]. Η βιοενέργεια μπορεί να προέρχεται από μια ποικιλία πρώτων υλών, συμπεριλαμβανομένων υπολειμμάτων τροφίμων και χαρτιού, γεωργικών υποπροϊόντων, ιλύος καθαρισμού λυμάτων και ξυλώδους βιομάζας [75]. Ολόκληρη διαδικασία παραγωγής βιοενέργειας μπορεί να αναλυθεί στα στάδια της καλλιέργειας ή της συλλογής πρώτων υλών, της μεταφοράς, της προεπεξεργασίας και της επεξεργασίας για την ανάκτηση ενέργειας και της κατανομής της ενέργειας στο προβλεπόμενο σημείο χρήσης [76]. Το κόστος παραγωγής της βιοενέργειας μπορεί να μειωθεί σημαντικά εάν η πρώτη ύλη συνυπάρχει με κονιοποιημένο άνθρακα. Τα αέρια βιοκαύσιμα (π.χ. βιομεθάνιο) που προέρχονται από βιομάζα μπορούν να αντικαταστήσουν το φυσικό αέριο που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των νοικοκυριών. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από βιομάζα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας και θερμότητας στα κτίρια [77]. Υπάρχουν δύο κύριες οδοί μετατροπής της βιομάζας, είτε βιοχημικές είτε θερμοχημικές. Η θερμοχημική οδός περιλαμβάνει κυρίως τέσσερις διεργασίες: πυρόλυση, αεριοποίηση, υγροποίηση και καύση, ενώ η βιοχημική οδός περιλαμβάνει δύο κύριες διεργασίες: την αναερόβια χώνευση και τη ζύμωση [78].

1.4 ΟΚτιριακός Τομέας Στην Ευρώπη

Ο κτιριακός τομέας είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας στην Ευρώπη και ευθύνεται για το 41% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Η συνολική ευρωπαϊκή κτιριακή επιφάνεια είναι κοντά στα 24 δισεκατομμύρια m² και σχεδόν το 75% από αυτά είναι κτίρια κατοικιών με μέσο εμβαδόν δαπέδου κοντά στα 87 m² ανά κατοικία, ενώ το υπόλοιπο είναι τριτογενή κτίρια. Σχεδόν το 27% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη δαπανάται από κτίρια κατοικιών, ενώ το υπόλοιπο, το 14% καταναλώνεται από τον τριτογενή τομέα. Η μέση κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2009 κυμαινόταν μεταξύ 320 kW h/m²/y στη Φινλανδία και 150 kW h/m²/y στη Βουλγαρία και την Ισπανία, με μέση τιμή κοντά στα 220 kW h/m²/y [79]. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας μεταξύ οικιστικών και τριτογενών κτιρίων. Οι κατοικίες καταναλώνουν κατά μέσο όρο σχεδόν 200 kW h/m²/y ενώ η μέση κατανάλωση των μη οικιστικών κτιρίων είναι κοντά στα 295 kW h/m²/y. Η θέρμανση χώρων είναι η πιο ενεργοβόρα τελική χρήση που αντιπροσωπεύει το 71% της συνολικής κατανάλωσης των νοικοκυριών, ακολουθούμενη από τη θέρμανση νερού με

12%, το μαγείρεμα με 4% και τον φωτισμό, τον κλιματισμό και άλλες συσκευές με 15% [79]. Η ψύξη αντιπροσωπεύει σχεδόν το 10% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ανά κατοικία στις νότιες χώρες που αντιμετωπίζουν ταχεία διείσδυση του κλιματισμού. Η κατανάλωση για θέρμανση χώρων διαφέρει σημαντικά μεταξύ των χωρών ως συνάρτηση του τοπικού κλίματος και της ποιότητας του κτιριακού αποθέματος. Κυμαίνεται μεταξύ 1,6 koe/m²/dd(degree day) για την Ισπανία και 4,1 koe/m²/dd για τη Γαλλία. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρών όσον αφορά την ενέργεια για τον φωτισμό και τις συσκευές. Η κατανάλωση ενέργειας για τον φωτισμό και τις συσκευές κυμαίνεται μεταξύ 1000 kW h/κατοικία/έτος για την Εσθονία και τη Ρουμανία και 4000 kW h/κατοικία/έτος στη Φινλανδία και τη Σουηδία.

Προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού τομέα και να μειωθούν οι αντίστοιχες εκπομπές άνθρακα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει και εφαρμόζει συγκεκριμένους στόχους και πολιτικές. Η στρατηγική «Ευρώπη 2020» προτείνονται και εφαρμόζεται από την Επιτροπή από το 2010 και προσδιόριζε τρεις συγκεκριμένους στόχους για το 2020: Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% και αύξηση της συμβολής των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Παράλληλα, ο ευρωπαϊκός χάρτης πορείας για το 2050 ζητεί τη μείωση των εκπομπών άνθρακα κατά 80% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Τα ενδιάμεσα ορόσημα προβλέπουν μειώσεις περίπου 40 % έως το 2030 και 60 % έως το 2040. Τα κτίρια και οι κατασκευές είναι οι τομείς που πρέπει να συμβάλουν σημαντικά στους καθορισμένους στόχους.

Για την επίτευξη των συγκεκριμένων στόχων, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει και εφαρμόσει ειδική και συγκεκριμένη νομοθεσία. Η κύρια νομοθεσία που αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ΟΕΑΚ (Ευρωπαϊκή Συντονισμένη Δράση ΟΕΑΚ, 2015). Η οδηγία προέβλεπε ότι όλα τα νέα κτίρια να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας έως το τέλος του 2020 και όλα τα νέα δημόσια κτίρια έως το τέλος του 2018. Επίσης, όλες οι χώρες πρέπει να καθορίσουν και να εφαρμόσουν τα απαραίτητα μέτρα για να διασφαλίσουν ότι ορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, ότι τα τεχνικά συστήματα που εγκαθίστανται στα κτίρια λειτουργούν βέλτιστα και ότι τα συστήματα Heating, Ventilation και Air-Conditioning (HVAC) επιθεωρούνται τακτικά κ.λπ. Παράλληλα, η Επιτροπή έχει εφαρμόσει την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση, η οποία καθορίζει κυρίως τις πολιτικές για την ανακαίνιση του εθνικού αποθέματος ιδιωτικών και δημόσιων κτιρίων και απαιτεί από τα κράτη μέλη να ανακαινίζουν το 3% των κυβερνητικών κτιρίων ετησίως, ενώ υποχρεώνει τις χώρες να θεσπίσουν υποχρεωτικά συστήματα ενεργειακής απόδοσης προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας ίση με 1,5% ετησίως. Παράλληλα, η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ζητεί τον καθορισμό ειδικών ανά τομέα στόχων όσον αφορά τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη νέων κτιρίων ή εκείνων που υπόκεινται σε ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας, ενώ τα νέα και τα υφιστάμενα δημόσια κτίρια που υπόκεινται σε ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας θα πρέπει να αποτελούν εξαιρετικά παραδείγματα στο πλαίσιο της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παράλληλα, με τις τρεις προηγούμενες οδηγίες, η οδηγία για τον οικολογικό σχεδιασμό προβλέπει κανόνες και ελάχιστα πρότυπα επιδόσεων για τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα που χρησιμοποιούνται στον κτιριακό τομέα, όπως λέβητες, αντλίες, αναπνευστήρες κ.λπ. Τέλος, η οδηγία για την ενεργειακή επισήμανση καθορίζει τις απαιτήσεις για τη θέσπιση συστημάτων επισήμανσης της απόδοσης για τις ενεργειακές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα κτίρια. Εκτός από τους στόχους για το κλίμα και την ενέργεια που αποσκοπούν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθορίσει κατάλληλες πολιτικές κοινωνικής και εδαφικής συνοχής με στόχο τη διασφάλιση της πρόσβασης στη θέρμανση και την ψύξη για όλους τους ευρωπαϊούς πολίτες

με έμφαση στους πληθυσμούς που ζουν σε χώρες με κατά κεφαλήν ΑΕΠ χαμηλότερο από τον μέσο όρο της ΕΕ.

Παρά το αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο και τη σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (1,4% ετησίως), η κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων κατοικιών στην Ευρώπη αυξήθηκε κατά 14% μεταξύ 1990 και 2012. Παράλληλα η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 60% λόγω της ταχύτατης διείσδυσης ηλεκτρονικών συσκευών. Η τελική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα στην ΕΕ των 27 (εκτός του Ηνωμένου Βασιλείου) ήταν 307.321 κτοε το 2010, ενώ η αντίστοιχη κατανάλωση για το έτος 1990 ήταν 273.384 κτοε. Η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας αποδίδεται σε διάφορους οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτικούς και τεχνικούς λόγους. Ένας σημαντικός παράγοντας που αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων σχετίζεται με τη σημαντική αύξηση του αριθμού των νοικοκυριών στην Ευρώπη. Ο αριθμός των νοικοκυριών αυξήθηκε κατά 1% ετησίως κατά την ίδια περίοδο, αν και η αντίστοιχη αύξηση του πληθυσμού ήταν 0,3% ετησίως [79]. Αυτό εξηγείται από τη σημαντική και συνεχή μείωση του αριθμού των κατοίκων ανά νοικοκυριό που σημειώθηκε τα τελευταία χρόνια. Για παράδειγμα, στη Φινλανδία ο αριθμός των νοικοκυριών με ένα μόνο άτομο αυξήθηκε από 27% το 1981 σε 41% το 2008, ενώ στην Ισπανία τα άτομα ανά νοικοκυριό μειώθηκαν από 3,5 το 1980 σε 2,7 το 2008 (Στατιστικές στέγασης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 2010). Παράλληλα, το μέγεθος των κατοικιών έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες ως αποτέλεσμα της σημαντικής αύξησης του εισοδήματος των νοικοκυριών, φθάνοντας περίπου το 0,9%/έτος κατά την περίοδο 1995-2009. Συγκεκριμένα, κατά τα έτη μεταξύ 1997 και 2009, το μέσο μέγεθος των κατοικιών αυξήθηκε κατά 3[79]. Ειδικότερα, στη Γαλλία το μέσο μέγεθος της κατοικίας αυξήθηκε από 88 m² το 1996 σε 91 m² το 2006, στη Δανία από 108,9 m² το 2001 σε 114,4 m² το 2009 και στη Γερμανία από 86,7 m² το 1998 σε 89,9 m² το 2006 (Στατιστικές στέγασης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 2010).

1.4.1 Κατανάλωση Ενέργειας Για Θέρμανση

Αν και η συνολική κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων έχει αυξηθεί, η ειδική κατανάλωση για σκοπούς θέρμανσης μειώθηκε σε περίπου 15% κατά την περίοδο 1997-2009. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη σημαντικά χαμηλότερη κατανάλωση των νέων κατοικιών που χτίστηκαν μετά το 1997, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το 20% του συνολικού αριθμού κατοικιών το 2009. Οι νέες κατοικίες καταναλώνουν σχεδόν 30-60% λιγότερη θερμική ενέργεια από τα σπίτια που χτίστηκαν πριν από το 1990 [79]. Η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης είναι το αποτέλεσμα της νέας, αποδοτικής νομοθεσίας που εφαρμόζεται σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Ειδικότερα, οι κατοικίες που κατασκευάστηκαν το 2009 στη Γερμανία παρουσιάζουν σχεδόν 58% μικρότερη κατανάλωση ενέργειας από εκείνες που κατασκευάστηκαν το 1990, ενώ οι ενεργειακές μειώσεις στη Σουηδία, τη Δανία, τη Σλοβακία και τις Κάτω Χώρες είναι 55%, 53%, 52% και 50%, αντίστοιχα [79]. Ο αντίκτυπος της σύγχρονης και ενεργειακά αποδοτικής νομοθεσίας είναι πιο εμφανής στις Κάτω Χώρες, όπου η μέση κατανάλωση θέρμανσης μειώθηκε κατά 2,2% ετησίως, στην Ιρλανδία κατά 2,1%, στη Γαλλία κατά 1,6% και στη Σουηδία κατά 1,4%. Επιπλέον, η ευρεία χρήση αποδοτικότερων συστημάτων θέρμανσης, ο σημαντικός ρυθμός ανακαίνισης καθώς και η χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων καυσίμων συνέβαλαν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας θέρμανσης. Ειδικότερα, μεταξύ 1997 και 2009, ο μέσος ρυθμός μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας θέρμανσης ανά κατοικία ήταν κοντά στο 1,4%. Η βελτιωμένη νομοθεσία για την ενεργειακή απόδοση συνέβαλε στη μείωση της κατανάλωσης κατά 1,4% ετησίως, η καλύτερη συμπεριφορά θέρμανσης συνέβαλε επίσης στη μείωση της κατανάλωσης κατά 0,3% ετησίως, ενώ η σημαντική αύξηση του μεγέθους της κατοικίας και η διάδοση της κεντρικής θέρμανσης αύξησαν τη ζήτηση θέρμανσης κατά 0,25% και 0,05% ετησίως αντίστοιχα.

1.4.2 Κατανάλωση Ενέργειας Για Φωτισμό Και Συσκευές

Η κατανάλωση ενέργειας των νοικοκυριών που δαπανάται για φωτισμό και συσκευές ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων χωρών. Υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στη Φινλανδία και τη Σουηδία, 4200 και 3700 kW h/κατοικία και έτος, ενώ οι χαμηλότερες καταναλώσεις είναι στην Εσθονία και τη Ρουμανία, 1000 και 1300 kW h/κατοικία ετησίως. Η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό και συσκευές στις χώρες της ΕΕ, το 2009, ήταν κοντά στα 2550 kW h/κατοικία και παρά τη χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων συσκευών έχει αυξηθεί σημαντικά από το 1997 με ποσοστό κοντά στο 1,7% ετησίως. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αποδίδεται στην αυξανόμενη χρήση μικρών συσκευών που παρουσίαζαν ρυθμό αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας κοντά στο 6,5% ετησίως [79].

1.4.3 Κατανάλωση Ενέργειας Για Ψύξη

Η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη αυξάνεται ραγδαία στις περισσότερες χώρες της Νότιας Ευρώπης. Η υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας ψύξης παρουσιάζεται στην Κύπρο, όπου οι κατοικίες ξοδεύουν περίπου 670 kW h ετησίως, ακολουθούμενη από τη Μάλτα με 540 kW h/έτος. Πολύ υψηλοί ρυθμοί αύξησης παρατηρούνται στις περισσότερες χώρες της νότιας Ευρώπης λόγω της πολύ ταχείας διεξόδου των κλιματιστικών. Ειδικότερα, μεταξύ 2005 και 2009 η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη αυξήθηκε σχεδόν κατά 100% στη Βουλγαρία και κατά 30% στην Ισπανία και την Ιταλία [79].

1.4.4 Κατανάλωση Ενέργειας Στον Τριτογενή Τομέα

Η κατανάλωση ενέργειας του τριτογενούς τομέα στην Ευρώπη παρουσιάζει συνεχή αύξηση τα τελευταία 30 χρόνια. Το ετήσιο ποσοστό αύξησης ήταν 0,6% για την περίοδο 1990-2000, 1,2% για την περίοδο 2000-2010 και αναμένεται να είναι κοντά στο 1,1% για τα έτη 2010-2020 (EE-25 Ενέργεια και Μεταφορές, 2015). Η αύξηση της ζήτησης ενέργειας αποδίδεται κυρίως στη σημαντική εξέλιξη του τομέα των υπηρεσιών που παρουσίασε αυξανόμενο ρυθμό κοντά στο 1,3% ετησίως. Αναμένεται ότι οι υπηρεσίες θα είναι υπεύθυνες για το 93% περίπου της πρόσθετης ενέργειας που θα καταναλώνεται από τα τριτογενή κτίρια μεταξύ 2000-2030 (EE-25, Ενέργεια και Μεταφορές, 2015). Το εμπόριο και τα κτίρια γραφείων είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ενέργειας, καθένας από τους οποίους αντιπροσωπεύει περίπου το 26% της παγκόσμιας κατανάλωσης των τριτογενών κτιρίων. Η θέρμανση χώρων φαίνεται να είναι η τελική χρήση που παρουσιάζει την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Αντιπροσωπεύει περίπου το 70% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη Γερμανία και το 60% στη Γαλλία [79]. Ωστόσο, η δαπάνη ενέργειας για θέρμανση παρουσιάζει συνεχή μείωση με την πάροδο του χρόνου ως αποτέλεσμα των σημαντικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται στα τριτογενή κτίρια.

1.4.5 Ο Ρόλος Της Ενέργειας Στην Κοινωνία Μας

Η ενέργεια είναι ένα απολύτως απαραίτητο αγαθό που ρυθμίζει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Η διαθεσιμότητά της αποτελεί υψηλότερη υποχρέωση κάθε κράτους, το οποίο πρέπει να διασφαλίζει ότι η ενέργεια είναι διαθέσιμη σε όλους τους πολίτες και χρησιμοποιείται σωστά για να ικανοποιήσει τουλάχιστον τις βασικές ανάγκες διαβίωσής τους. Η εκπλήρωση μιας τέτοιας δέσμευσης απαιτεί τόσο την ανάπτυξη πολιτικών με στόχο τη ρεαλιστική μείωση της ζήτησης μέσω τεχνικών, διοικητικών και νομοθετικών διαδικασιών, όσο και τον σχεδιασμό και την εφαρμογή πρόσθετων πολιτικών με στόχο την προστασία των πολιτών από εξωτερικούς οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς κινδύνους που επηρεάζουν τον ενεργειακό εφοδιασμό.

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα υπόκειται σε σημαντικούς οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς παράγοντες και διαταραχές. Η εμπειρία του παρελθόντος και του παρόντος δείχνει ότι πρόκειται για έναν εξαιρετικά ευαίσθητο τομέα που παρουσιάζει υψηλή μεταβλητότητα ανάλογα με τις οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα οικονομικά προβλήματα υποχρεώνουν ένα μέρος του πληθυσμού να καταναλώνει λιγότερη ενέργεια και να ικανοποιεί τις ανάγκες του μόνο εν μέρει. Είναι χαρακτηριστικό ότι κατά τη διάρκεια της χρηματοπιστωτικής κρίσης του 2007-2012 στην Ευρώπη, η κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων κατοικιών μειώθηκε κατά 4%, ενώ σε χώρες με βαθύτερο οικονομικό πρόβλημα όπως η Πορτογαλία, η Σλοβακία και η Ιρλανδία η αντίστοιχη μείωση ήταν 16%, 22% και 22% αντίστοιχα. Λόγω της σοβαρής οικονομικής ύφεσης στην Ελλάδα, η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης μειώθηκε κατά 68,7% σε μόλις ένα έτος (2012-2103), ενώ μεταξύ 2010 και 2013 η τελική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 20%. Μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα κατά τη διάρκεια του χειμώνα 2010-2011 και 2011-2012 μέτρησε την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε μεγάλο αριθμό νοικοκυριών [80]. Αναφέρεται ότι λόγω των σημαντικών οικονομικών προβλημάτων των νοικοκυριών, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά περίπου 15% σε ένα χρόνο, παρά το γεγονός ότι ο χειμώνας του δεύτερου έτους ήταν πιο βαρύς. Είναι σημαντικό η αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης θέρμανσης για τα νοικοκυριά χαμηλότερου εισοδήματος να προσεγγίσει το 50%.

Οι περιβαλλοντικές διαταραχές και η παγκόσμια κλιματική αλλαγή έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη. Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο παρελθόν και στο μέλλον σε διάφορα μέρη της Ευρώπης [81, 82]. Οι περισσότερες από τις μελέτες προβλέπουν σημαντική μείωση της ζήτησης θέρμανσης και πολύ σημαντική αύξηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται για σκοπούς ψύξης. Για παράδειγμα, προβλέπεται ότι η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα κατά 3,6-5,5 [83], ενώ η κατανάλωση ενέργειας ψύξης των κτιρίων γραφείων στην Ελβετία θα αυξηθεί κατά 223-1050% [84]. Η μελλοντική ζήτηση ενέργειας θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων στην Ευρώπη προσομοιώθηκε για την περίοδο 2010-2050 χρησιμοποιώντας τέσσερα διαφορετικά κλιματικά σενάρια [85] και προέκυψε ότι η μέση ενέργεια θέρμανσης μπορεί να μειωθεί μεταξύ 9 και 17%, ενώ οι αντίστοιχες ενεργειακές ανάγκες ψύξης μπορεί να αυξηθούν κατά περίπου 40-70% ανάλογα με το υπό εξέταση σενάριο. Η μείωση της ζήτησης θέρμανσης είναι πιο σημαντική στον ευρωπαϊκό Βορρά, ενώ ο ευρωπαϊκός Νότος μπορεί να βιώσει τη μεγαλύτερη αύξηση των αναγκών ψύξης.

Κεφάλαιο 2: Νέες τεχνολογίες υπό μελέτη στην ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και αναλύονται έρευνες για νέες τεχνολογίες στην ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων, που είτε είναι σε πειραματικό στάδιο είτε και έχουν χρησιμοποιηθεί ήδη για την αναβάθμιση αυτών.

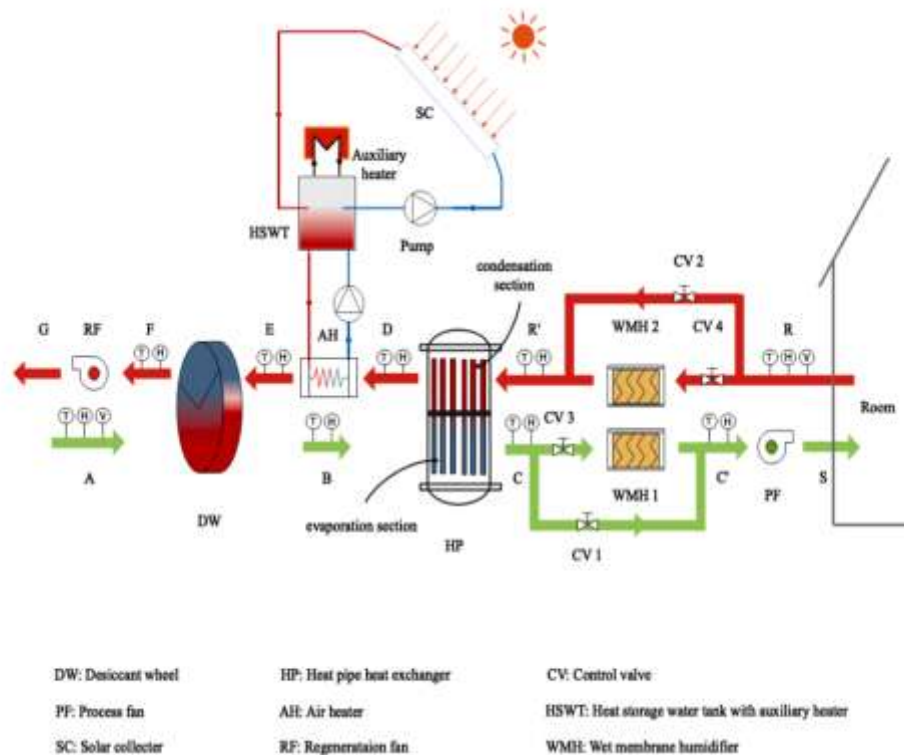
2.1 Εναλλάκτης Θερμότητας Εδάφους-Αέρα Για Μεσογειακό Κλίμα

Ένας εναλλάκτης θερμότητας εδάφους-αέρα (EAHX) [86] αποτελεί ένα σύστημα HVAC το οποίο βασίζεται σε μονάδες εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα (fan-coil) και μηχανικό αερισμό. Οι θερμοκρασίες εσωτερικού αέρα σχεδιασμού είναι: 20°C το χειμώνα, 26°C το καλοκαίρι. Ένας κατάλληλος εναλλάκτης θερμότητας εδάφους-αέρα (EAHX) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση (το χειμώνα) και την ψύξη (το καλοκαίρι) του εξωτερικού αέρα που είναι απαραίτητος για τον αερισμό. Έτσι, τόσο η ζήτηση ενέργειας όσο και οι ισοδύναμες εκπομπές CO₂ μπορούν να μειωθούν. Ο εναλλάκτης εκμεταλλεύεται την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει ενέργεια, μέσω ενός συστήματος γειωμένων σωλήνων τοποθετημένων οριζόντια. Πράγματι, το καλοκαίρι το έδαφος παρουσιάζει θερμοκρασία χαμηλότερη από τον αέρα, ενώ το χειμώνα θα μπορούσε να έχει, σε κάποιες ώρες/ημέρες, θερμοκρασία υψηλότερη από τον αέρα. Οι σωλήνες είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα (θερμική αγωγιμότητα 2,5 W/m K) και χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά μήκους, πάχους, διαμέτρου και επιπέδου σε σχέση με το επίπεδο του εδάφους ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Από την άλλη, η χρήση του EAHX οδηγεί σε αύξηση μεγέθους της κεφαλής του ανεμιστήρα και συνεπώς της ενεργειακής ζήτησης για την εμφύσηση του αέρα εξαερισμού. Την λειτουργία του ανεμιστήρα ή των ανεμιστήρων αναλαμβάνει να καλύψει ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελούμενο από μονοκρυσταλλικά πάνελ πυριτίου είτε αποθηκεύοντας την ενέργεια σε μπαταρίες είτε με σύνδεση netmetering (ισοστάθμιση παραγόμενης και καταναλώσιμης ενέργειας στον πάροχο). Όσον αφορά το σύστημα εξαερισμού, παρέχονται δέκα διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού που χαρακτηρίζονται από τη χρήση μηχανικού συστήματος εξαερισμού εφοδιασμένου με κατάλληλο εναλλάκτη θερμότητας εδάφους-αέρα (MVS + EAHX). Οι παραλλαγές σχετίζονται με τη μεταβολή του ρυθμού ροής αέρα που χειρίζεται ο EAHX. Η μέγιστη διακύμανση του ρυθμού ροής μεταξύ χειμερινών και καλοκαιρινών συνθηκών μπορεί και να μην υπερβαίνει το 50%, προκειμένου να μειωθεί η αεροαυλική δυσλειτουργία των αεραγωγών.

2.2 Dedicated Desiccant Wheel Outdoor Air Cooling Systems (DWDOAS)

Ένα σύστημα DWDOAS [87] αποτελείται κυρίως από έξι εξαρτήματα: τον τροχό αποξήρανσης (DW), τον εναλλάκτη θερμότητας (HP), τον υγραντήρα μεμβράνης (WMH), τον ανεμιστήρα διεργασιών, τον αναγεννητικό ανεμιστήρα και τον θερμοαντήρα αέρα. Ο DW εκτελεί τη διαδικασία και την αναγέννηση σε εναλλασσόμενα χρονικά διαστήματα. Η θερμική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια είναι διαθέσιμη για τη θέρμανση του αέρα αναγέννησης του ξηραντικού στον DW, υποβοηθούμενη από ηλεκτρικό θερμοαντήρα όταν η ηλιακή ενέργεια είναι ανεπαρκής. Ο HP αποτελείται από μια ομάδα σωλήνων θερμότητας (διφασικό κλειστό θερμοσίφωνα) και το κεντρικό τμήμα χωρίζεται για να διαιρέσει τον HP σε ένα τμήμα εξατμιστή και ένα τμήμα συμπυκνωτή. Ο πυρήνας του WMH είναι ένα υλικό υγρής μεμβράνης που αποτελείται από πολυμερή σύνθετα υλικά. Υπό την επίδραση της βαρύτητας, το νερό που αποστέλλεται στην κορυφή του υγραντήρα διαπερνά κατά μήκος της επιφάνειας της υγρής μεμβράνης για να σχηματίσει μια ομοιόμορφη μεμβράνη νερού στην επιφάνεια της υγρής μεμβράνης και στη συνέχεια να ψύξει και υγράνει τον ζεστό και ξηρό αέρα. Τα ειδικά συστήματα ψύξης εξωτερικού αέρα με τους τροχούς αποξήρανσης έχουν σχεδιαστεί για να έχουν δύο διαδρομές ροής: την πλευρά της διεργασίας και την πλευρά

αναγέννησης. Η πλευρά της διαδικασίας για την επεξεργασία εξωτερικού αέρα πληροί τις απαιτήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας των κτιρίων. Η πλευρά αναγέννησης είναι υπεύθυνη για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και τον διαχωρισμό της υγρασίας που απορροφάται από το DW. Τα κρίσιμα σχεδιαστικά ερωτήματα ενός DWDOAS είναι η απόφαση για την τοποθέτηση του WMH, είτε κάτω του τμήματος εξάτμισης HP για την ψύξη του εξωτερικού αέρα είτε πάνω του τμήματος συμπύκνωσης HP για την πρόψυξη του αναγεννητικού αέρα, γεγονός που μπορεί να ενισχύσει τη μεταφορά θερμότητας του HP. Με βάση την παραπάνω κατάσταση, προτείνονται τρεις λειτουργίες DWDOAS, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, στη λειτουργία I, οι βαλβίδες CV1 και CV4 είναι κλειστές και οι βαλβίδες CV2 και CV3 είναι ανοιχτές για να τοποθετήσουν το WMH 1 κατάντη του τμήματος εξάτμισης HP. Ο εξωτερικός αέρας διέρχεται από την πλευρά διεργασίας του DW, οι υδρατμοί απορροφώνται και η θερμότητα προσρόφησης απελευθερώνεται. Η κατάσταση A θερμαίνεται και αφύγρανται στην κατάσταση B, η κατάσταση B ψύχεται στην κατάσταση C από το τμήμα εξάτμισης της HP και η κατάσταση C ψύχεται στην κατάσταση C' από το WMH 1. Στη συνέχεια, ο αέρας τροφοδοσίας (κατάσταση S) τροφοδοτείται στο εσωτερικό του κτιρίου από τον ανεμιστήρα διαδικασίας. Ο αέρας εισόδου αναγέννησης (κατάσταση R) από το κτίριο θερμαίνεται για να δηλώσει την κατάσταση D μέσω του τμήματος συμπυκνωτή της HP και στη συνέχεια θερμαίνεται στην κατάσταση E από έναν ηλιακό θερμαντήρα. Η κατάσταση E είναι αέρας υψηλής θερμοκρασίας, ο οποίος εκροφά το νερό στο υλικό προσρόφησης μέσω της πλευράς αναγέννησης του DW και στη συνέχεια αυτός ο υγρός αέρας (κατάσταση F) εξαντλείται από τον ανεμιστήρα αναγέννησης. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1, στη λειτουργία II, οι βαλβίδες CV2 και CV3 είναι κλειστές και οι βαλβίδες CV1 και CV4 είναι ανοιχτές για να τοποθετήσουν το WMH 2 στην πάνω του τμήματος συμπύκνωσης HP. Αφού περάσει από την πλευρά της διεργασίας του DW, ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται στο τμήμα εξάτμισης HP και αποστέλλεται απευθείας στο δωμάτιο μέσω του ανεμιστήρα διεργασίας. Η κατάσταση R προψύχεται στην είσοδο αναγέννησης στο σημείο R' με WMH 2, θερμαίνεται στο σημείο D μέσω του τμήματος συμπύκνωσης HP, θερμαίνεται στην ονομαστική θερμοκρασία αναγέννησης μέσω της ηλιακής ενέργειας και, τέλος, εκκενώνεται μέσω του ανεμιστήρα αναγέννησης στην πλευρά αναγέννησης DW. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, στη λειτουργία III, οι βαλβίδες CV1 και CV2 είναι κλειστές και οι βαλβίδες CV3 και CV4 είναι ανοιχτές για να τοποθετήσουν το WMH 1 κάτω του τμήματος εξάτμισης HP και το WMH 2 πάνω του τμήματος συμπύκνωσης HP. Ο εξωτερικός αέρας αποστέλλεται στο κτίριο αφού περάσει από την πλευρά της διεργασίας DW, το τμήμα εξάτμισης HP και το WMH. Στη συνέχεια, ο αέρας αναγέννησης εισέρχεται στο τμήμα εξάτμισης HP μετά από πρόψυξη μέσω WMH και στη συνέχεια θερμαίνεται στην ονομαστική θερμοκρασία αναγέννησης μέσω της ηλιακής ενέργειας. Τέλος, διέρχεται από την πλευρά αναγέννησης της DW και εξαντλείται.



Σχήμα 1: Σχηματικόδιάγραμμασυστήματος DWDOAS από Liu Chen *, Yujie Chu, Etude experimentale de syst'emes de refroidissement de l'air ext'erieur par roue d'eshydratante pour les batiments a energie quasi nulle Wenjie Deng Energy School, Xi'an University of Science and Technology, Yanta Road Xi'an 710054, P.R. China

2.3 On-Off Grid Hybrid Systems

Τα υβριδικά ενεργειακά συστήματα είναι μια διαμόρφωση δύο ή περισσότερων ανανεώσιμων και ακόμη και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως κύριων πηγών παραγωγής ενέργειας, έτσι ώστε η έλλειψη δυναμικότητας ηλεκτρικής ενέργειας από μία πηγή να υποκατασταθεί από άλλες διαθέσιμες πηγές για την κάλυψη της βιώσιμης ενέργειας. Είναι κατάλληλα μέσα για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από τοπικά διαθέσιμες πηγές ενέργειας για περιοχές όπου η επέκταση του δικτύου είναι κοστολογικά ασύμφορη, και για γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές για τις οποίες η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από κεντρικές υπηρεσίες κοινής ωφέλειας είναι δύσκολη. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με βιώσιμο τρόπο, ώστε να παρέχουν ενέργεια και να διευκολύνουν το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων. Υπάρχουν διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης μόνο ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, πλεονεκτήματα όπως η αύξηση του κόστους των καυσίμων, το υψηλό κόστος μεταφοράς τους, τα ζητήματα της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής. Τα μειονεκτήματα της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως αυτόνομα συστήματα ισχύος εκτός δικτύου / αυτόνομα, έχουν διαλείπουσα φύση που καθιστά δύσκολη τη ρύθμιση της παραγωγής ισχύος για τη διαχείριση του επιδιωκόμενου φορτίου. Για να βεβαιωθούμε για την αξιοπιστία και την προσιτή τιμή ενός υβριδικού συστήματος, ο συνδυασμός συμβατικής γεννήτριας ντίζελ με μη συμβατικές γεννήτριες ενέργειας μπορεί να λύσει το πρόβλημα που είναι ορατό ενώ λειτουργεί μεμονωμένα. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού των δύο πηγών παραγωγής ενέργειας αναφέρονται ως εξής [87].

- Χρήση ντιζελογεννήτριας και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.
- Αξιοποίηση τοπικά διαθέσιμων πόρων.
- Εξάλειψη- Αποφυγή τις ελλείψεις ισχύος, αύξηση βιωσιμότητας της παροχής ρεύματος.

- Παροχή πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια σε σύντομες περιόδους από την αναμονή για επέκταση του δικτύου και την ευκολία κλιμάκωσης ανά πάσα στιγμή.

Τα υβριδικά αυτόνομα συστήματα έχουν ευελιξία ελέγχου ισχύος και πλεονεκτήματα περιβαλλοντικής προστασίας σε σχέση με μια γεννήτρια ντίζελ μόνη της. Μπορούν να επεκτείνουν τη χωρητικότητά τους όταν η ζήτηση φορτίου αυξηθεί είτε αντλώντας ενέργεια από τα ανανεώσιμα συστήματα, είτε αυξάνοντας την ονομαστική ισχύ της γεννήτριας ντίζελ ή και τα δύο. Ορισμένα από τα εξαρτήματα παράγουν συνεχές ρεύμα ενώ άλλα εναλλασσόμενο ρεύμα απευθείας χωρίς τη χρήση μετατροπέα.

2.3.1 Ταξινόμηση Υβριδικής Διαμόρφωσης

Τα υβριδικά συστήματα ισχύος μπορούν να σχεδιαστούν με βάση τις παρακάτω τεχνικές τοπολογίες για την αξιοποίηση των διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την κάλυψη του απαιτούμενου φορτίου. Αυτό μπορεί να διαμορφωθεί με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με την τάση και τη ζήτηση του φορτίου ως καθοριστικούς παράγοντες. Σύμφωνα με [87, 88, 89, 90, 91] οποιεσδήποτε διαμορφώσεις συστημάτων ισχύος ομαδοποιούνται στις ακόλουθες μορφές.

2.3.1.1 Συστήματα Διαμόρφωσης Συζευγμένα Με AC/DC

Τα υβριδικά συστήματα ισχύος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις κοινές διαμορφώσεις ανάλογα με την τάση και τη ζήτηση φορτίου με την οποία συνδυάζονται.

2.3.1.1.1 Υβριδικά Συστήματα Ισχύος Συζευγμένα Με Εναλλασσόμενο Ρεύμα

Σε αυτή την τοπολογία όλα τα εξαρτήματα ή οι μονάδες παραγωγής ενέργειας και οι τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας συνδέονται με το δίαυλο εναλλασσόμενου ρεύματος σύμφωνα με το φορτίο ή απευθείας με το φορτίο (στην περίπτωση αποκεντρωμένης διαμόρφωσης). Αυτός ο τύπος εγκατάστασης συστήματος ισχύος θα μπορούσε επίσης να υποδιαιρεθεί σε κεντρικά και αποκεντρωμένα συστήματα διαμόρφωσης. Κεντρικό υβριδικό σύστημα συζευγμένο με AC: Όλα τα εξαρτήματα συνδέονται με τη γραμμή AC. Τα AC εξαρτήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να συνδεθούν απευθείας με τη γραμμή AC ή μπορεί να απαιτούν μετατροπέα AC / AC για να αποκτήσουν σταθερή τοπολογία σύζευξης εξαρτημάτων. Ο κύριος μετατροπέας βοηθά στον έλεγχο της ροής ενέργειας προς την μπαταρία και από την μπαταρία προς το φορτίο. Επιπλέον, η ηλεκτρική ενέργεια DC μπορεί να παρέχεται από την μπαταρία εάν χρειαστεί.

- **Πλεονεκτήματα σε αντίθεση με το αποκεντρωμένο σύστημα:**

Το κεντρικό σύστημα έχει τη δυνατότητα αύξησης της διάρκειας ζωής της μπαταρίας λόγω της παρουσίας κεντρικού συστήματος ελέγχου για την υπερφόρτιση και τη βαθιά εκφόρτιση. Είναι επίσης συμβατό με τα δίκτυα κοινής ωφέλειας και επιτρέπει την εξαγωγή πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια των ελάχιστων χρόνων ζήτησης φορτίου. Επιπλέον, η μπαταρία μπορεί απλά να φορτίσει από αιολική γεννήτρια και ηλιακά φωτοβολταϊκά. Η παράλληλη λειτουργία των εξαρτημάτων επιτρέπει την περαιτέρω επέκταση του συστήματος με ασφαλή αξιοπιστία.

- **Αποκεντρωμένο υβριδικό σύστημα συζευγμένο με εναλλασσόμενο ρεύμα:**

Σε αυτόν τον τύπο αρχιτεκτονικής όλες οι τεχνολογίες δεν συνδέονται με κανένα από τους δίαυλους, αλλά συνδέονται ξεχωριστά με το φορτίο απευθείας. Οι πηγές ενέργειας μπορεί να μην βρίσκονται σε μία θέση ή κοντά η μία στην άλλη και μπορούν να συνδεθούν με το φορτίο από οπουδήποτε είναι διαθέσιμοι οι ανανεώσιμοι πόροι. Το πλεονέκτημα μιας τέτοιας διαμόρφωσης είναι ότι τα εξαρτήματα ηλεκτροπαραγωγής μπορούν να εγκατασταθούν από τη θέση όπου είναι διαθέσιμος ο ανανεώσιμος πόρος. Αλλά έχει ένα μειονέκτημα λόγω της δυσκολίας ελέγχου ισχύος του συστήματος. Έτσι, συγκρίνοντας τις δύο διαμορφώσεις, το κεντρικό σύστημα είναι καλύτερο λόγω της δυνατότητας ελέγχου του από το καταναμημένο σύστημα [87].

2.3.1.1.2 Διαμόρφωση Συζευγμένη Με DC

Στο συνδυασμό συνεχούς ρεύματος όλα τα συστήματα μετατροπής ενέργειας συνδέονται με τον κύριο δίαυλο DC πριν συνδεθούν με την πλευρά φορτίου AC. Όλες οι πηγές εναλλασσόμενου ρεύματος μετατρέπονται σε πηγές ισχύος DC και στη συνέχεια συνδέονται με τον καταναλωτή φορτίου AC χρησιμοποιώντας έναν σχετικό μετατροπέα. Τέτοιοι συνδυασμοί χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκά οικιακά συστήματα μέχρι ένα ορισμένο μέγεθος kW [88]. Οι πάροχοι ενέργειας των οικιακών συστημάτων μπορούν να υποστηριχθούν με μετατροπείς για την παροχή φορτίου AC ανάλογα με τις ανάγκες. Οι προμηθευτές ισχύος μεμονωμένων οικιακών συστημάτων συνδυάζονται με άλλες μονάδες-συστήματα παραγωγής όταν αναζητείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Οι πρόσθετες πηγές παραγωγής ενέργειας είναι συνήθως η αιολική ενέργεια και η γεννήτρια ντίζελ. Το πλεονέκτημα της τοπολογίας σύνδεσης με DC είναι ότι η ζήτηση ικανοποιείται χωρίς περικοπές. Παρά το πλεονέκτημα αυτού, έχει μειονεκτήματα χαμηλής απόδοσης μετατροπής, χωρίς έλεγχο ισχύος της γεννήτριας ντίζελ. Η ανεμογεννήτρια και η γεννήτρια ντίζελ παράγει τάση AC και χρειάζεται μετατροπέα AC / DC για την παροχή κατάλληλου φορτίου στον δίαυλο DC. Ο ελεγκτής φόρτισης χρησιμοποιείται επίσης για την προστασία της βαθιάς εκφόρτισης και της υπερβολικής φόρτισης της μπαταρίας. Εάν απαιτείται, το φορτίο AC μπορεί να τροφοδοτηθεί χρησιμοποιώντας μετατροπέα.

2.3.1.2 Σειρά-Παράλληλο Υβριδικό Σύστημα Ισχύος

Τα υβριδικά συστήματα ισχύος ταξινομούνται επίσης σε δύο βασικές διαμορφώσεις με βάση τον τρόπο παροχής φορτίου από συστήματα μετατροπής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και γεννήτριες ντίζελ [87, 92]. Υβριδικά σε σειρά και υβριδικά σε παράλληλη σύνδεση συστήματα ισχύος είναι οι δύο διαμορφώσεις και οι λεπτομερείς συζητήσεις τους δίνονται ως εξής.

2.3.1.2.1 Υβριδικά Συστήματα Ισχύος Σε Σειρά

Η ισχύς που παράγεται από όλα τα εξαρτήματα παραγωγής ενέργειας παρέχεται για τη φόρτιση της των μπαταριών πριν από την αποστολή στη ζήτηση φορτίου. Κάθε ένα από τα εξαρτήματα παραγωγής ενέργειας συνδέεται με έναν μετατροπέα ισχύος. Ο ελεγκτής φόρτισης χρησιμοποιείται για την αποτροπή της υπερφόρτισης και της υποφόρτισης της μπαταρίας. Τα εξαρτήματα παραγωγής ισχύος εναλλασσόμενου ρεύματος πρέπει να συνδέονται στη γραμμή συνεχούς ρεύματος με τη χρήση ανορθωτή. Τέτοια υβριδικά σχήματα έχουν απλότητα στην εφαρμογή, ωστόσο υπάρχουν αδυναμίες κατά τη χρήση αυτής της διαμόρφωσης. Δεδομένου ότι όλη η παραγόμενη ισχύς αποθηκεύεται στις μπαταρίες, υπάρχει απόκλιση στην απόδοση του συστήματος και μείωση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας λόγω του συνεχιζόμενου κύκλου φόρτισης και εκφόρτισης. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η δυσκολία ελέγχου ισχύος της γεννήτριας ντίζελ, καθώς ο κύριος σκοπός είναι η φόρτιση της μπαταρίας και απαιτούνται πολλές μπαταρίες για την αποθήκευση ενέργειας. Επιπλέον, τα περισσότερα από τα διαθέσιμα συστήματα ισχύος λειτουργούν σε 24V και 120V, οπότε σε αυτήν την περίπτωση είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν τα υπάρχοντα τυποποιημένα εξαρτήματα και πρέπει να κατασκευαστούν νέα για συγκεκριμένη χρήση κάθε φορά, γεγονός που αυξάνει το κόστος του συστήματος.

2.3.1.2.2 Παράλληλα Υβριδικά Συστήματα Ισχύος

Στην περίπτωση διαμόρφωσης παράλληλων υβριδικών συστημάτων, τα εξαρτήματα ισχύος που παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα, όπως η ανεμογεννήτρια και η γεννήτρια ντίζελ, μπορούν να παρέχουν μέρος του φορτίου απευθείας στους καταναλωτές. Αυτή η σύνδεση έχει κάπως περίπλοκο σχεδιασμό, αλλά έχει πλεονέκτημα σε σύγκριση με τη διάταξη της σειράς. Μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη παραγωγή ενέργειας, παίρνουμε την μέγιστη απόδοση από την ντιζελογεννήτρια, και έχουμε πιθανή μείωση της χωρητικότητας καυσίμου και μπαταρίας. Οι διαμορφώσεις συζευγμένων με εναλλασσόμενα και συνεχές ρεύμα είναι οι δύο υποδιαμορφώσεις του παράλληλου υβριδικού συστήματος ισχύος. Η ισχύς εναλλασσόμενου ρεύματος από την ανεμογεννήτρια πρέπει να μετατραπεί σε DC μέσω μετατροπέων AC / DC πριν από την αποστολή στις μπαταρίες. Η ισχύς από τη γεννήτρια και από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να

παρέχονται παράλληλα στους καταναλωτές. Ο αμφίδρομος μετατροπέας χρησιμοποιείται είτε για τη φόρτιση της μπαταρίας είτε για την παροχή στο φορτίο, ανάλογα με το φορτίο και την κατάσταση των πηγών ενέργειας. Επιπλέον, η ισχύς συνεχούς ρεύματος από ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα και μπαταρία πρέπει να αλλάζει σε AC πριν σταλεί στο δίκτυο AC. Μια τέτοια διαμόρφωση ονομάζεται επίσης ως κεντρική τοπολογία δικτύου AC με την έννοια ότι όλες οι γεννήτριες ενέργειας χρησιμοποιούνται στο δίκτυο AC και στη συνέχεια τροφοδοτούνται στη ζήτηση φορτίου.

2.3.2.1 Εφεδρική Γεννήτρια Ντίζελ

Η εφεδρική γεννήτρια ντίζελ συχνά αποτελεί μέρος ενός υβριδικού συστήματος. Μια γεννήτρια ισχύος είναι μια μηχανή που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλάζοντας-μετατρέποντας την κινητική ενέργεια του κινητήρα εσωτερικής καύσης σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας διαφορετικές πηγές ενέργειας. Οι κινητήρες καύσης είναι το απλούστερο μέσο των γεννητριών ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση πετρελαίου λόγω της χαμηλής αρχικής επένδυσης κεφαλαίου που χρειάζονται. Η εφεδρική γεννήτρια χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, για τη βελτίωση της συχνής έλλειψης ενέργειας όταν δεν παράγουν οι ανανεώσιμες πηγές και η μπαταρία δεν είναι σε θέση να παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια. Το κόστος λειτουργίας των γεννητριών είναι υψηλό σε σύγκριση με το κόστος λειτουργίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όταν εξετάζεται η ενσωμάτωση κινητήρα εσωτερικής καύσης στο υβριδικό σύστημα, η διαθεσιμότητα καυσίμου και η απόδοση του κινητήρα είναι οι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Οι εφεδρικές γεννήτριες επιτρέπουν το σχεδιασμό συστημάτων ισχύος με ελάχιστες ή χωρίς μπαταρίες αποθήκευσης. Με βάση την εξήγηση που δίνεται στο [93] η γεννήτρια λειτουργεί αποτελεσματικά σε πλήρες φορτίο και έτσι είναι καλύτερο να λειτουργεί μόνο αφού η αποθήκευση ενέργειας (μπαταρίες) έχει πέσει στο 20% της πλήρους φόρτισης τους. Οι γεννήτριες DC και οι γεννήτριες AC είναι οι δύο βασικοί τύποι γεννητριών. Οι μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος κατηγοριοποιούνται στις ασύγχρονες και στις σύγχρονες γεννήτριες-κινητήρες [94].

Οι Σύγχρονες γεννήτριες είναι μηχανές που μετατρέπουν τη μηχανική ισχύ σε ηλεκτρισμό εναλλασσόμενου ρεύματος. Παρέχουν ακριβή έλεγχο της τάσης και της συχνότητας. Λειτουργούν σε σύγχρονη ταχύτητα και επιπλέον παρέχουν το εναλλασσόμενο ρεύμα που απαιτείται. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας δικτύου όσο και εκτός δικτύου [87]. Η σύγχρονη γεννήτρια κινείται μέσω κινητήρα σταθερών στροφών (40) που αντιστοιχεί στην απαιτούμενη συχνότητα τάσης εξόδου γεννήτριας.

2.3.2.2 Μετατροπείς

Οι μονάδες ρύθμισης ισχύος είναι ηλεκτρονικές συσκευές και ομαδοποιούνται σε DC-DC/AC και AC/DC. Οι μετατροπείς DC / DC είναι ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για την αλλαγή της τάσης ή του ρεύματος DC στις απαιτούμενες εξόδους τάσης και συχνότητας. Αυτός ο τύπος μετατροπέα απαιτείται, καθώς η τάση DC δεν μπορεί εύκολα να ενισχυθεί ή να μειωθεί με μετασχηματιστές. Ο μετατροπέας DC/AC χρησιμοποιείται για τη μετάβαση της τάσης ή του ρεύματος DC που παράγεται από το υβριδικό σύστημα στην έξοδο τάσης τύπου AC. Αυτός ο τύπος μετατροπέα ονομάζεται αντιστροφέας ισχύος (inverter). Ο μετατροπέας ισχύος AC/DC λειτουργεί ως αντίστροφο του inverter και ονομάζεται ανορθωτής. Μετατρέπει την τάση εισόδου AC σε διορθωμένη τάση εξόδου συνεχούς ρεύματος. Η ενσωμάτωση του αμφίδρομου μετατροπέα χρησιμοποιείται για την εναλλαγή της τάσης DC που προέρχεται από μπαταρία και φωτοβολταϊκά και για την αλλαγή της τάσης AC από την ανεμογεννήτρια ή τη ντιζελογεννήτρια σε συνεχές ρεύμα όταν απαιτείται για τη φόρτιση της μπαταρίας. Προκειμένου να προσδιοριστεί το μέγεθος ενός μετατροπέα, πρέπει να γίνει προσδιορισμός όλων των απαιτητικών φορτίων από όλους τους καταναλωτές που είναι πιθανό να λειτουργούν ταυτόχρονα. Ο ανορθωτής και ο μετατροπέας είναι τα δύο κύρια ηλεκτρονικά ισχύος εξαρτήματα των φωτοβολταϊκών και αιολικών συστημάτων. Η ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά και τις

ανεμογεννήτριες μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα και, ως εκ τούτου, αυτή η ηλεκτρική ενέργεια είναι αυτή που αποστέλλεται στις μεμονωμένες οικιακές συσκευές.

2.3.2.3 Τύποι Αποθήκευσης Ενέργειας Και Κριτήρια Επιλογής

Για να διατηρηθεί σταθερό το ενεργειακό ισοζύγιο ζήτησης και προσφοράς, πρέπει να εισαχθεί στο υβριδικό σύστημα ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την αποθήκευση της πλεονάζουσας παραγόμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για μεταγενέστερες χρήσεις. Τις περισσότερες φορές τέτοιες περιπτώσεις συμβαίνουν, όταν η ηλιακή ακτινοβολία και η ροή του ανέμου είναι υψηλή και το φορτίο είναι χαμηλό. Έτσι η πλεονάζουσα ενέργεια αποθηκεύεται για να καλύψει το έλλειμμα τροφοδοσίας στα απαιτητικά φορτία, πράγμα που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν είναι συννεφιασμένος ο ουρανός και όταν πνέουν χαμηλής έντασης άνεμοι. Η ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί μεχημικές μεθόδους (μπαταρίες ή υδρογόνο), ως δυναμική ενέργεια (αντληόμενος υδροηλεκτρικός ή πεπιεσμένος αέρας), ως ηλεκτρική ενέργεια (πυκνωτές) ή ως μηχανική ενέργεια (σφόνδυλοι). Τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά που εφαρμόζονται για τον ορισμό μιας τεχνολογίας αποθήκευσης για τα περισσότερα ενεργειακά συστήματα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα [95].

- Χωρητικότητα αποθήκευσης ενέργειας [kWh ή Ah]: Είναι η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί. Η ωφέλιμη ενεργειακή χωρητικότητα μιας μπαταρίας είναι συχνά μικρότερη από την ονομαστική χωρητικότητα για διάφορους λόγους. Εάν η ισχύς τραβηχτεί γρήγορα, η χωρητικότητά της θα είναι μικρότερη, ωστόσο εάν η ισχύς τραβηχτεί αργά, η χωρητικότητά της θα αυξηθεί.
- Ρυθμοί φόρτισης και εκφόρτισης [kW ή A]: Πρόκειται για μετρήσεις ισχύος με τις οποίες προστίθεται ή αφαιρείται ενέργεια προς και από τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Για πολλές τεχνολογίες ο ρυθμός φόρτισης και εκφόρτισης ποικίλλει. Στην πράξη, διαφέρουν ανάλογα με την ενέργεια που αποθηκεύεται και ανά το χρονικό διάστημα που η ισχύς αφαιρείται ή προστίθεται στο σύστημα αποθήκευσης. Ο ρυθμός φόρτισης είναι χαμηλότερος από τον ρυθμό εκφόρτισης για τις περισσότερες τεχνολογίες.
- Διάρκεια ζωής [κύκλοι, έτη, kWh]: Η διάρκεια ζωής των τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας μετρούνται σύμφωνα με τους κύκλους φόρτισης και αποφόρτισης, άλλες μετρούνται σύμφωνα με τα χρόνια, ενώ κάποιες άλλες έχουν διάρκεια ζωής που περιορίζεται από τη συνολική απόδοση ενέργειας σε kWh ή Ah.
- Αποδοτικότητα μετ' επιστροφής: Οι μηχανισμοί αποθήκευσης ενέργειας απαιτούν περισσότερη ενέργεια για την πλήρη/φόρτιση απ' ό,τι για την άντληση ενέργειας/εκφόρτισης, επομένως αυτή η απώλεια ενέργειας ονομάζεται αποδοτικότητα μετ' επιστροφής. Εκφράζεται από τον λόγο της εκφορτισμένης ενέργειας προς τη φορτισμένη ενέργεια εισόδου στην αποθήκευση. Ένα λιγότερο αποδοτικό σύστημα αποθήκευσης απαιτεί περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια για την αποθήκευση της ίδιας ποσότητας παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με ένα αποδοτικότερο σύστημα αποθήκευσης πράγμα που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το κόστος αποθήκευσης.
- Ενεργειακή πυκνότητα [Wh/kg και Wh/m³]: Υποδεικνύει πόση ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα βάρους ή όγκου μπορεί να αποθηκευτεί.
- Πυκνότητα ισχύος [W/kg] είναι η ποσότητα ενέργειας που απελευθερώνεται από το σύστημα αποθήκευσης ανά μονάδα kg.

2.3.2.3.1 Χωρητικότητα Μπαταριών

Η συνηθέστερη είναι η μπαταρία μολυβδου-οξέος που εφαρμόζεται σε αυτόνομα συστήματα λόγω του μέτριου κόστους, της ωριμότητας και της υψηλής απόδοσης έναντι του κόστους. Διατίθεται σε διαφορετικές χωρητικότητες όπως 6V, 12V και 24V τερματικές τάσεις. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας επηρεάζεται από το πόσο από τη χωρητικότητα αποθήκευσης ενέργειας καταναλώνεται

σε μια στιγμή γνωστή ως βάθος εκφόρτισης. Κατά τη διάρκεια δυσμενών κλιματικών συνθηκών, η ζήτηση πρέπει να καλύπτεται από τις μπαταρίες. Επιπλέον, εάν η μπαταρία αποφορτίζεται βαθύτερα, η γεννήτρια ντίζελ καλύπτει τη ζήτηση ενέργειας και ταυτόχρονα φορτίζει την μπαταρία εάν ο μηχανισμός ελέγχου ισχύος θα μπορούσε να κάνει κυκλική φόρτιση. Οι μπαταρίες βαθύ κύκλου μπορούν να αποφορτιστούν από το 43 στο 15-20% της χωρητικότητάς τους, πράγμα που σημαίνει ότι παρουσιάζει εκφόρτιση 85-80% [95, 96, 97]. Μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος του συστήματος μπαταρίας είναι οι εξής.

- Ημερήσια ζήτηση ενέργειας
- Ημέρες αυτονομίας
- Μέγιστο βάθος εκφόρτισης
- Διόρθωση θερμοκρασίας
- Ονομαστική χωρητικότητα μπαταρίας και διάρκεια ζωής μπαταρίας

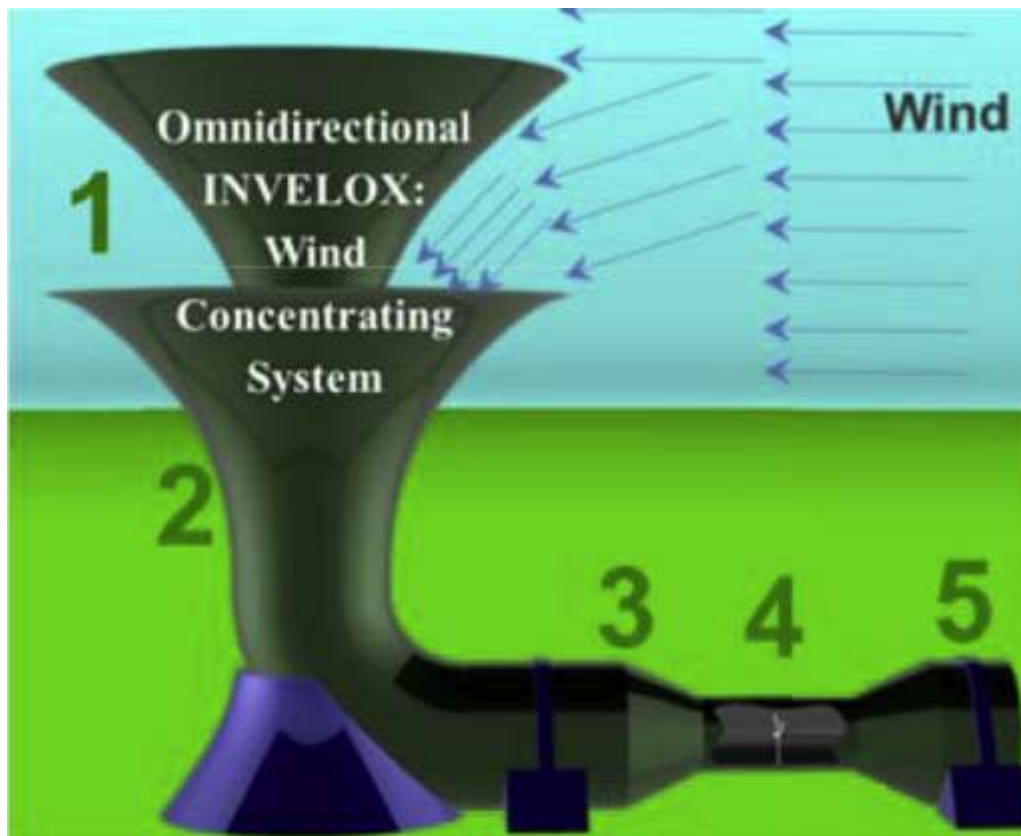
Για να χρησιμοποιηθεί μέρος της συνολικής αποθηκευμένης ενέργειας της μπαταρίας θα πρέπει να έχει μέγεθος αρκετά μεγάλο και αυτό καθορίζεται χρησιμοποιώντας το DOD. Η ενέργεια που παράγεται από τεχνολογίες μετατροπής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει διακοπές ενέργειας όταν δεν υπάρχει ήλιος ή δεν πνέει άνεμος. Για να αποφευχθούν τέτοιες ελλείψεις, μια τράπεζα μπαταριών θα πρέπει να έχει ημέρες ή ώρες αυτονομίας.

2.4 Invelox Ανεμογεννήτρια

Μια πρόσφατα αναπτυγμένη τεχνολογία [98-107], είναι η ανεμογεννήτρια παραγωγής ενέργειας INVELOX. Η INVELOX ανεμογεννήτρια αποτελεί στην ουσία ένα σύστημα σύλληψης και παράδοσης ανέμου στο περιβάλλον που επιτρέπει περισσότερο μηχανικό έλεγχο σε σχέση με τις κλασικές ανεμογεννήτριες. Ενώ οι συμβατικές ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν τεράστια συστήματα τοποθετημένα στην κορυφή ενός πύργου, το INVELOX, αντίθετα, διοχετεύει αιολική ενέργεια σε επίγειες γεννήτριες. Αντί να αξιοποιεί τις ριπές του ανέμου καθώς περνάνε μέσα από τις λεπίδες ενός ρότορα, η τεχνολογία INVELOX συλλαμβάνει τον άνεμο με μια χοάνη και τον κατευθύνει μέσω ενός κωνικού διαδρόμου που επιταχύνει παθητικά και φυσικά τη ροή του. Αυτός ο διάδρομος οδηγεί στη συνέχεια τον αέρα σε μια γεννήτρια που εγκαθίσταται με ασφάλεια και οικονομία σε επίπεδο εδάφους ή υπογείου.

2.4.1 Βασικά Χαρακτηριστικά Της INVELOX Τεχνολογίας

Τα πέντε βασικά μέρη της INVELOX είναι (1) η εισαγωγή, (2) η μεταφορά σωλήνων και η επιτάχυνση του ανέμου, (3) η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου από ένα Venturi, (4) το σύστημα μετατροπής αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική και (5) ένας διαχύτης (Εικόνα 1).



Εικόνα1: INVELOX από Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,* INVELOX: Description of a new concept in wind power and its performance evaluation

Το θεμελιώδες χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι συλλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος της ροής του ελεύθερου αέρα και μπορεί να το κάνει σε σχεδόν όλες τις θέσεις ελεύθερης ροής με ροή μεγαλύτερη από 1 m / s. Αυτός ο αυξημένος ρυθμός ροής μάζας μεταφέρει ενέργεια ανά μονάδα μάζας από το ελεύθερο ρεύμα αέρα που δίνεται από τον τύπο $e = \left[\left(\frac{P}{\rho} + \left(\frac{1}{2} \right) V^2 \right) \right]$ ο οποίος για αόρατα υγρά παραμένει αμετάβλητος μέχρι να αλληλεπιδράσει με τον στρόβιλο στο τμήμα Venturi. Η INVELOX μετατρέπει παθητικά την υπάρχουσα κινητική ενέργεια και την ενέργεια δυναμικής πίεσης του ανέμου σε υψηλότερη κινητική ενέργεια $\frac{1}{2} ||V^2||$ που μπορεί να μετατραπεί αποτελεσματικότερα σε μηχανική περιστροφή μιας ανεμογεννήτριας. Κατά μήκος οποιουδήποτε τμήματος του πύργου INVELOX σταθερής διατομής η ταχύτητα παραμένει η ίδια και επομένως δεν υπάρχει πτώση κινητικής ενέργειας κατά μήκος της τουρμπίνας. Έτσι, η εξαγόμενη ισχύς δίνεται από τον τύπο $P = \phi \left(\frac{P}{\rho} \right) \rho V * dA$ το οποίο μπορεί να προσεγγιστεί από τον τύπο $P = \eta Q \Delta p$, όπου Q είναι ο αυξημένος ογκομετρικός ρυθμός ροής, Δp είναι η πτώση πίεσης κατά μήκος του στρόβιλου και 'η' είναι η αποτελεσματικότητά του. Σε αντίθεση με τα παλαιότερα σχέδια αεραγωγών στρόβιλων, το INVELOX διαχωρίζει τη θέση του καλύμματος και του συστήματος γεννήτριας στρόβιλου. Η εισαγωγή βρίσκεται στην κορυφή, ενώ η ανεμογεννήτρια τοποθετείται στο επίπεδο του εδάφους μέσα στον αγωγό που μεταφέρει τον αιχμαλωτισμένο άνεμο προς την ανεμογεννήτρια. Αυτό το μοναδικό χαρακτηριστικό επιτρέπει στους μηχανικούς να διαστασιολογούν το σύστημα παροχής ανέμου εισαγωγής για οποιαδήποτε αύξηση της ταχύτητας που απαιτείται χωρίς να αυξάνεται το μέγεθος της τουρμπίνας. Το μέγεθος μιας εισαγωγής εξαρτάται από τις τοπικές ταχύτητες του ανέμου και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Εν ολίγοις, το μέγεθος της τουρμπίνας μπορεί να επιλεγεί με βάση την ικανότητα του INVELOX να αυξάνει την ταχύτητα του ανέμου / ρυθμό ροής μάζας. Το σύστημα στρόβιλου-γεννήτριας εγκαθίσταται στο επίπεδο του εδάφους και στη βέλτιστη θέση του οριζόντιου τμήματος της INVELOX με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση κόστους κατά τη στιγμή της εγκατάστασης, καθώς και κατά

τη λειτουργία και συντήρηση για όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος. Επειδή δεν υπάρχει κινούμενο στοιχείο στην κορυφή του πύργου, οι περισσότερες δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαλείφονται ή ελαχιστοποιούνται. Επιπλέον, οι παρεμβολές ραντάρ και το οπτικό τρεμόπαιγμα δεν αποτελούν πλέον προβλήματα. Η απουσία μιας μεγάλης περιστρεφόμενης τουρμπίνας στην κορυφή επιτρέπει στους πύργους INVELOX να εγκατασταθούν πιο κοντά ο ένας στον άλλο, μειώνοντας έτσι τις απαιτούμενες εκτάσεις γης. Οι ανεμογεννήτριες στο εσωτερικό του INVELOX, έχουν υψηλότερο συντελεστή ισχύος από αυτούς που είναι εγκατεστημένοι σε περιβάλλον ανοικτής ροής. Οι τυπικές οριζόντιες ή κάθετες τουρμπίνες μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στο INVELOX και να παράγουν σημαντικά περισσότερη ενέργεια σε σύγκριση με τα συστήματα ανοικτής ροής. Επιπλέον το INVELOX επιτρέπει πολύ χαμηλότερη ταχύτητα κοπής επειδή μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα του ανέμου στη θέση της τουρμπίνας. Για παράδειγμα, εάν το INVELOX έχει σχεδιαστεί για να αυξάνει την ταχύτητα του ανέμου ελεύθερου ρεύματος κατά συντελεστή 4 στη θέση της ανεμογεννήτριας και χρησιμοποιεί μια παραδοσιακή τουρμπίνα που έχει ταχύτητα κοπής 4 m / s, η ταχύτητα κοπής του συστήματος ανεμογεννητριών INVELOX θα είναι 1 m / s. Η χαμηλή ταχύτητα κοπής είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που προσφέρει η INVELOX. Αυτό το χαρακτηριστικό όχι μόνο επιτρέπει την αύξηση της ετήσιας παραγωγής ενέργειας και του συντελεστή δυναμικότητας, αλλά αυξάνει επίσης τη διαθεσιμότητα αιολικής ενέργειας. Επιτρέπει την εγκατάσταση του INVELOX σε περιοχές κατηγορίας ανέμου 1 και 2. Επιτρέπει επίσης την εγκατάσταση του INVELOX πιο κοντά στον τελικό χρήστη, μειώνοντας έτσι σημαντικά τις απώλειες μετάδοσης και το πρόσθετο κόστος.

2.4.2 Πλεονεκτήματα Σε Σχέση Με τις Συμβατικές Ανεμογεννήτριες

Η INVELOX δεν απαιτεί το τεράστιο αρχικό κόστος κεφαλαίου της παραδοσιακής αιολικής τεχνολογίας, ούτε αφήνει αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Συνολικά, η INVELOX έχει τη δυνατότητα να μειώσει το καθαρό κόστος της παραγωγής αιολικής ενέργειας σε κλίμακα κοινής ωφέλειας μειώνοντας το κόστος εγκατάστασης, βελτιώνοντας παράλληλα την παραγωγή ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Με την πρώτη ματιά, το INVELOX φαίνεται να είναι μια ακόμα τουρμπίνα με αγωγούς. Χωρίς εξαίρεση, σε όλες τις ανεμογεννήτριες που έχουν δοκιμαστεί μέχρι σήμερα, η θέση της τουρμπίνας και η εισαγωγή είναι ισχυρά συνδεδεμένες. Με άλλα λόγια, εάν κάποιος επιθυμεί να κλιμακώσει το σύστημα σε θέμα παραγωγής ενέργειας, όχι μόνο η λεπίδα αυξάνεται σε μέγεθος αλλά και η δομή του αγωγού αυξάνεται σε μέγεθος και επηρεάζει σημαντικά το κόστος. Υπάρχουν διάφορα παραδείγματα αποτυχημένων προϊόντων στροβίλων με αγωγούς επειδή δεν ήταν οικονομικά βιώσιμα. Δεν υπάρχει επίσης άλλη εξοικονόμηση για να αντισταθμιστεί το τεράστιο κόστος των πρόσθετων κατασκευών που χρειάζονταν για την ευθυγράμμιση της δομής με την κατεύθυνση του ανέμου. Η βιομηχανία έμαθε από αυτήν την εμπειρία και ως εκ τούτου οι περισσότερες από τις εταιρείες ανεμογεννητριών με αγωγούς στις ΗΠΑ και την Ευρώπη, την Ιαπωνία και την Κίνα έχουν περιορίσει τις σειρές προϊόντων τους σε μικρή αιολική ενέργεια (κάτω από 50 kW). Οι πιο επιτυχημένες είναι εκείνες που περιόρισαν την ισχύ κάτω από 5 kW. Οι ομοιότητες, ωστόσο, μεταξύ του INVELOX και των παραδοσιακών ανεμογεννητριών τελειώνουν εδώ. Είναι αλήθεια ότι το INVELOX εμπίπτει στη γενική περιοχή των αεραγωγών στροβίλων. Αλλά έχει ξεχωριστές διαφορές που το καθιστούν οικονομικά βιώσιμο και απόδοσης ανώτερο από τις άλλες ανεμογεννήτριες με αγωγούς και τις παραδοσιακές ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα. Βασικά χαρακτηριστικά του INVELOX είναι: 1) Η εισαγωγή και η τουρμπίνα είναι αποσυνδεδεμένες. Αυτό σημαίνει ότι το μέγεθος εισαγωγής μπορεί να ρυθμιστεί διατηρώντας παράλληλα την τουρμπίνα όσο το δυνατόν μικρότερη ανάλογα με την απαιτούμενη αναλογία ταχύτητας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. 2) Η παραπάνω αποσύνδεση της θέσης εισαγωγής και ανεμογεννήτριας επιτρέπει την τοποθέτηση της WTG (Τουρμπίνα Ανεμογεννήτριας) στο επίπεδο του εδάφους και έτσι τη μείωση του κόστους εγκατάστασης. 3) Αποσύνδεση της εισαγωγής και του σωλήνα Venturi, όπου είναι εγκατεστημένη η ανεμογεννήτρια,

επιτρέπει το σχεδιασμό του INVELOX με αναλογία ταχύτητας 6 ή υψηλότερη. Αυτό επιτρέπει τη λειτουργία σε υψηλές ταχύτητες ανέμου και έτσι την παραγωγή πολύ περισσότερης ισχύος με μικρότερα πτερύγια, ενώ χρησιμοποιεί πολύ πιο αποδοτικές γεννήτριες που λειτουργούν σε υψηλότερες ταχύτητες. 4) Μικρότερα πτερύγια που λειτουργούν σε υψηλότερες ταχύτητες ανέμου έχουν ως αποτέλεσμα 85% μικρότερες λεπίδες που έχουν ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους υλικών, κατασκευής, μεταφοράς και εγκατάστασης. 5) Η εισαγωγή έχει σχεδιαστεί για να είναι πανκατευθυντική και επομένως δεν χρειάζεται τεράστια ρουλεμάν και κινητήρες για να γυρίσει την εισαγωγή προς την κατεύθυνση του ανέμου. 6) Το INVELOX μπορεί να σχεδιαστεί με ονομαστική ισχύ από 500 W έως 25 MW. Το μόνο που έχει σημασία είναι πόσος αέρας συλλαμβάνεται και τέλος 7) Η αποσύνδεση της εισαγωγής και του στροβίλου επιτρέπει τη σύνδεση πολλαπλών εισόδων για την αύξηση της ροής μάζας και συνεπώς της εξόδου ισχύος.

2.4.3 Η INVELOX Τεχνολογία Στην Πράξη

Προκειμένου να γίνουν ουσιαστικές συγκρίσεις με τις παραδοσιακές ανεμογεννήτριες, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν [108] έγιναν τοποθετώντας την ίδια τουρμπίνα που χρησιμοποιήθηκε στο INVELOX (Εικόνα 2), πάνω σε ένα συμβατικό σύστημα πύργου στροβίλων (Εικόνα3) . Χρησιμοποιήθηκε το ίδιο ηλεκτρικό σύστημα μετατροπής και η ίδια τράπεζα φορτίου. Έτσι, η απόδοση αυτής της εγκατάστασης με την τουρμπίνα τοποθετημένη στην κορυφή ενός παραδοσιακού πύργου στην ίδια θέση θα μπορούσε να συγκριθεί άμεσα με τα δεδομένα του INVELOX. Οι υψηλότερες ταχύτητες ανέμου διατηρήθηκαν ακόμη και όταν τοποθετήθηκε μια τουρμπίνα μέσα στο τμήμα Venturi του INVELOX. Επιπλέον, ενώ τα καταγεγραμμένα δεδομένα δείχνουν ότι η πρόσληψη είναι πράγματι πανκατευθυντική, το σύστημα αποδίδει καλά σε όλες τις κατευθύνσεις του ανέμου, λόγω των δομών και της κλίσης γύρω από την εισαγωγή, η ταχύτητα του ανέμου μέσα στο Venturi εξαρτάται από την κατεύθυνση του ανέμου. Επιπλέον, η Τσάσκα της Μινεσότα όπου έγιναν οι μετρήσεις θεωρείται γενικά μια περιοχή ανέμου κατηγορίας 1 - 2, η οποία επαληθεύεται από τις ταχύτητες ανέμου ελεύθερου ρεύματος που καταγράφηκαν. Ωστόσο, οι ταχύτητες του ανέμου που καταγράφηκαν στο τμήμα Venturi του INVELOX δείχνουν ότι οι άνεμοι μετατρέπονται στην κατηγορία 3. Η ερμηνεία των δεδομένων πεδίου που παρουσιάζονται εδώ θα πρέπει πάντα να εξετάζονται στο πλαίσιο της θέσης της παρούσας εγκατάστασης σε σχέση με τις προϋπάρχουσες δομές και το έδαφος που περιβάλλουν την εισαγωγή. Υπάρχει ένα κτίριο ύψους 7,5 μέτρων στη δυτική πλευρά του πύργου INVELOX που βρίσκεται περίπου 9,14 μέτρα μακριά. Υπάρχει επίσης, ένας πύργος κινητής τηλεφωνίας ύψους 30,48 μέτρων και ένας πολύ μεγάλος πύργος νερού (ύψους 41 μέτρων) που βρίσκονται 15 και 45 μέτρα αντίστοιχα μακριά στη βορειοανατολική κατεύθυνση σε σχέση με τον πύργο INVELOX. Η πανκατευθυντική εισαγωγή, ο προσανατολισμός των τεσσάρων διαφραγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό του διαχύτη και ο προσανατολισμός του διαχύτη με τις γύρω δομές καθιστούν την απόδοση του παρόντος πύργου να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατεύθυνση του ανέμου. Όσον αφορά στα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το INVELOX παράγαγε 80-560% περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από την παραδοσιακή ανεμογεννήτρια σε διάστημα μετρήσεων 8 ημερών με συνολική μέση βελτίωση της παραγωγής ενέργειας να είναι περίπου 314%.



Εικόνα2: INVELOX μελέτη από Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,* INVELOX: Description of a new concept in wind power and its performance evaluation

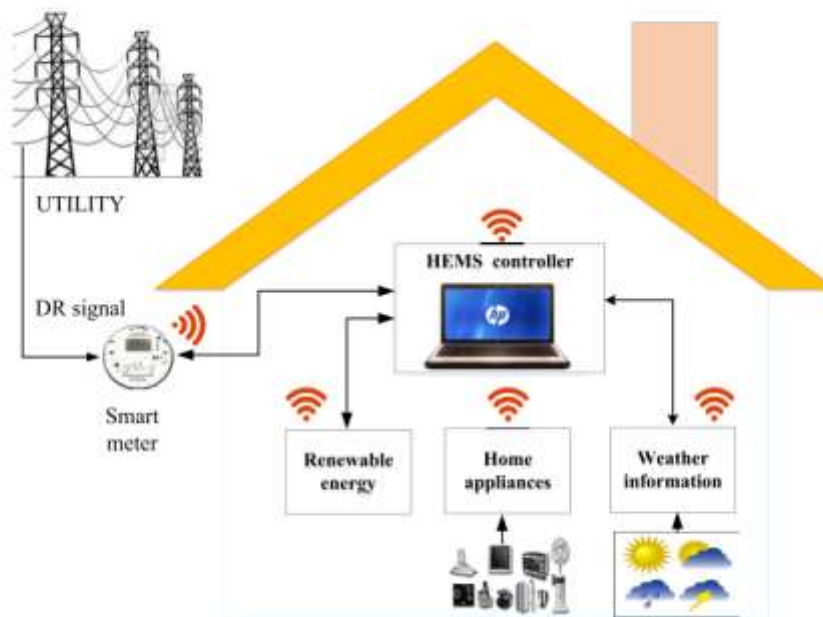


**Εικόνα3: Συμβατική ανεμογεννήτρια μελέτη από Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,* INVELOX:
Description of a new concept in wind power and its performance evaluation**

2.5 Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Κτιρίων (HEMS)

Η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια και η εμφάνιση έξυπνων δικτύων έχουν δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας στο κτίριο (HEMS) που μπορεί να μειώσει τη χρήση ενέργειας. Το HEMS ενσωματώνει ένα εργαλείο απόκρισης ζήτησης (DR) που μετατοπίζει και περιορίζει τη ζήτηση για τη βελτίωση της οικιακής κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό το σύστημα δημιουργεί συνήθως βέλτιστα χρονοδιαγράμματα κατανάλωσης λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες, όπως το ενεργειακό κόστος, τις περιβαλλοντικές ανησυχίες, τα προφίλ φορτίου και την άνεση των καταναλωτών. Με την ανάπτυξη έξυπνων μετρητών, πλέον είναι εφικτή η εκτέλεση ελέγχου φορτίου χρησιμοποιώντας το HEMS με συσκευές με δυνατότητα DR. Ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας στο κτίριο (HEMS) καθίσταται σημαντικό λόγω ανησυχιών που σχετίζονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη και την έλλειψη ενέργειας. Αυτό το σύστημα συμβάλλει στη μείωση της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια, ειδικά κατά τις ώρες αιχμής φορτίου [109]. Το HEMS δεν πρέπει να θεωρείται μόνο ως τρόπος μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αλλά και ως τρόπος αυτόματης διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα κτίριο [110]. Διάφορες προσπάθειες, οι οποίες περιλαμβάνουν τον έλεγχο διαφόρων οικιακών συσκευών (όπως θερμοσίφωνες, κλιματιστικά (A / Cs), ψυγεία, ηλεκτρικά οχήματα, φωτισμό και άλλα), έχουν ασκηθεί για την καθιέρωση συστημάτων HEMS. Το HEMS μπορεί να εγκατασταθεί σε κατοικίες για να βοηθήσει στη διαχείριση της παροχής ρεύματος επικοινωνώντας με οικιακές συσκευές και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, παρακολουθώντας τη χρήση ενέργειας και λαμβάνοντας πληροφορίες (όπως τιμές τιμολογίων) για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας προγραμματίζοντας τη χρήση οικιακών συσκευών [111], [112]. Αυτό το σύστημα μπορεί επίσης να βελτιστοποιήσει το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας των οικιακών συσκευών και ταυτόχρονα να διαχειριστεί τους καταναλωμένους ενεργειακούς πόρους και την αποθήκευση [113]. Η συνολική αρχιτεκτονική ενός τυπικού HEM με απόκριση ζήτησης (DR) φαίνεται στο Σχήμα 2. Ένας έξυπνος μετρητής εγκαθίσταται συνήθως στο κτίριο και συνεχώς σε επικοινωνία με ένα έξυπνο δίκτυο μέσω του Διαδικτύου, το οποίο συνδέει καταναλωτές και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας [114]. Το σύστημα αποτελείται από έναν προσωπικό υπολογιστή

(PC), ο οποίος λειτουργεί ως κέντρο ελέγχου με λογισμικό και πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως WiFi, ZigBee, Bluetooth και KNX. Η ενσύρματη ή ασύρματη επικοινωνία συνδέεται με τον υπολογιστή, ο οποίος χρησιμεύει ως συντονιστής που λαμβάνει / στέλνει δεδομένα από το βοηθητικό πρόγραμμα στο έξυπνο κτίριο και ελέγχει σήματα για τη διαχείριση οικιακών συσκευών. Οι πληροφορίες για τον καιρό λαμβάνονται επίσης υπόψη στο HEMS λαμβάνοντας μετρήσεις θερμοκρασίας μέσα / έξω από τα κτίρια, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του επιπέδου άνεσης των καταναλωτών. Επιπλέον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που συνδέονται με το σύστημα HEMS, όπως τα φωτοβολταϊκά (PV), οι μπαταρίες και οι ανεμογεννήτριες, παρέχουν ενέργεια στα κτίρια κατά τις ώρες αιχμής, μειώνοντας έτσι το φορτίο χρησιμότητας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα2 : Διάταξη Συστήματος HEMS από HUSSAIN SHAREEF , MAYTHAM S. AHMED, AZAH MOHAMED, ESLAM AL HASSAN ‘Review on Home Energy Management System Considering Demand Responses, Smart Technologies, and Intelligent Controllers’, Department of Electrical Engineering, United Arab Emirates University, Al-Ain 15551, United Arab Emirates

2.5.1 Επισκόπηση Σχετικά Με Τα HEMS

Η λειτουργία του συστήματος διαχείρισης ενέργειας βασίστηκε αρχικά σε μικροεπεξεργαστή [115]. Στη συνέχεια, η απόδοσή του βελτιώθηκε, ιδιαίτερα με την έλευση των υπολογιστών τη δεκαετία του 1980. Το 1982, αναπτύχθηκε ένας αλγόριθμος βελτιστοποίησης για τη διαχείριση ενέργειας και τη μείωση του κόστους μειώνοντας τη ζήτηση και το χρόνο χρήσης [116]. Μια μελέτη [117] ανέπτυξε ένα μηχανογραφημένο σύστημα διαχείρισης ενέργειας που λαμβάνει υπόψη το λειτουργικό μέγεθος, τη γεωγραφική θέση και διάφορα επίπεδα ενεργειακής διαχείρισης, όπως ο συνολικός αριθμός εφαρμογών και η βασική, προηγμένη και συνολική διαχείριση ενέργειας. Μια προηγούμενη μελέτη [118] ανέπτυξε επίσης ένα σύστημα HEM για οικιακές εφαρμογές χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο επικοινωνίας οικιακού αυτοματισμού. Τεχνολογίες, όπως ραδιοσυχνότητες, τεχνολογία βίντεο και αισθητήρες υπερήχων, εφαρμόστηκαν για την παρακολούθηση των συνηθειών των καταναλωτών και τον εντοπισμό αντικειμένων που λείπουν [119]. Ακόμα στην Ιαπωνία εγκαταστάθηκε ένα σύστημα ελέγχου ενέργειας για τη διαχείριση της εισροής/εξόδου ενέργειας 20 κατοικιών χρησιμοποιώντας μια πύλη για κάθε κτίριο [120]. Αυτή η πύλη παρέχει στους καταναλωτές πληροφορίες χρήσης ενέργειας και ελέγχει τον κλιματισμό και τα φώτα. Η αρχιτεκτονική δικτύου και η επικοινωνία γραμμής ισχύος έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για έναν ελεγκτή διαχείρισης ενέργειας που χρησιμοποιεί οικιακούς υπολογιστές για τον έλεγχο και

την παρακολούθηση συσκευών [121]. Οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο οικιακό δίκτυο ελέγχονται από μια συμπαγή διεπαφή ελέγχου συσκευών, η οποία εγκαθίσταται μεταξύ οικιακών συσκευών και προσαρμογέα δικτύου. Επιπλέον, ένας ευφυής αλγόριθμος βασισμένος στη θεωρία παιγνίων ενσωματώθηκε στο σχήμα διαχείρισης ενέργειας [122]. Αυτός ο αλγόριθμος αναπτύχθηκε για να παρακολουθεί τη δραστηριότητα ενός μόνο επιβάτη και να εντοπίζει την κατάσταση διαφόρων ενοίκων στο ίδιο περιβάλλον. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο αλγόριθμος μπορεί να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης των ενοίκων και να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας. Το 2006, η Whirlpool Corporation Company κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, το οποίο περιγράφει έναν ελεγκτή HEM που διαχειρίζεται την κατανάλωση ενέργειας των συσκευών [123]. Αυτή η εφεύρεση παρέχει ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας που μπορεί να λάβει χρονοδιαγράμματα τμημάτων χρόνου εντός και εκτός αιχμής. Ένα αποτελεσματικό HEMS που χρησιμοποιεί υπέρυθρα τηλεχειριστήρια (IR) αναπτύχθηκε για τον έλεγχο του φωτισμού και των πριζών τροφοδοσίας σε ένα δωμάτιο [124]. Ωστόσο, η απόδοση του ελέγχου υπέρυθρων είναι περιορισμένη επειδή δεν μπορεί να καλύψει όλες τις αποστάσεις μεταξύ των εξόδων και ενός κεντρικού ελεγκτή. Η μεγάλη πρόοδος στο HEMS ξεκίνησε το 2012, όταν αναπτύχθηκε ένα έξυπνο HEMS με DR για τη μείωση της κατανάλωσης και του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας [125]. Ένας έξυπνος ελεγκτής HEM βασισμένος σε δυαδική γραμμική βελτιστοποίηση βάσει συμβάντων σχεδιάστηκε για να παρέχει βέλτιστη διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας σε μια κατοικημένη περιοχή [126]. Άλλες μελέτες χρησιμοποίησαν προηγμένους αλγόριθμους βελτιστοποίησης για τον προγραμματισμό του HEM και εξέτασαν τη διαθεσιμότητα επαρκώς μεγέθους συστήματος αποθήκευσης, ανανεώσιμων πόρων και δυναμικής τιμής ηλεκτρικής ενέργειας για τη μείωση του συνολικού ενεργειακού κόστους στα κτίρια [127]. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένας ρόλος βαθμολογίας βασισμένος στον έξυπνο αλγόριθμο HEM για τον έλεγχο επιλεγμένων οικιακών συσκευών κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος DR, λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή έως χαμηλή ισχύ, το σήμα χρησιμότητας και το επίπεδο προκαθορισμένης άνεσης [127]. Μια άλλη μελέτη στην Τουρκία παρουσίασε έναν νέο αλγόριθμο HEMS για ένα έξυπνο κτίριο με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [128]. Ο μηχανισμός που αναπτύχθηκε σε αυτό το έργο χρησιμοποιεί τιμολόγιο πολλαπλών τιμών, επίπεδο στάθμης μπαταρίας, εξόδους μέσω ZigBee και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τον προγραμματισμό οικιακών συσκευών και τη μείωση των τιμολογίων τιμών. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και των ενεργειακών απαιτήσεων. Προτάθηκε επίσης ένα προσαρμοσμένο έξυπνο HEMS για τον προγραμματισμό οικιακών συσκευών λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση μεταξύ του προτύπου χρήσης ενέργειας και της ενεργειακής ικανότητας του δικτύου [129]. Το σύστημα λαμβάνει επίσης υπόψη διάφορες δυναμικές μεταβλητές, οι οποίες περιλαμβάνουν τις καιρικές συνθήκες, την τιμή τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας, την ώρα της ημέρας και την κατάσταση της συσκευής. Επιπλέον αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει την εφαρμογή έξυπνων HEMS χρησιμοποιώντας προσέγγιση ελέγχου ενέργειας σε πραγματικό χρόνο για τον προγραμματισμό οικιακών συσκευών. Το εργαλείο DR επιτρέπει στις συσκευές να συμμετέχουν στον έλεγχο της ενέργειας σε πραγματικό χρόνο υιοθετώντας τη φόρτιση της μπαταρίας και το φωτοβολταϊκό σύστημα [130]. Ένας ασαφής ελεγκτής χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ισχύος φόρτισης / εκφόρτισης της μπαταρίας και η βελτιστοποίηση κύλισης χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διάρκεια περιόδων εκτός αιχμής. Σε μια προηγούμενη μελέτη [131], ένα σύστημα HEMS εφαρμόστηκε με τη διαχείριση της οικιακής ενέργειας χωρίς να επηρεάζονται οι ρυθμίσεις προτιμήσεων του πελάτη. Αναπτύχθηκε επίσης ένα ευφυές σύστημα διαχείρισης ενέργειας, το οποίο χρησιμοποιεί έναν έξυπνο πίνακα αναζήτησης βασισμένο σε ασαφή λογική και νευρωνικό δίκτυο [132]. Εξωτερικοί αισθητήρες, περιβαλλοντικές συνθήκες, αποθήκευση μπαταρίας, τιμές και συμπεριφορά καταναλωτών επιλέχθηκαν ως είσοδος στο σύστημα. Το συνειρμικό νευρωνικό δίκτυο χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της βέλτιστης ενεργειακής απόδοσης, η οποία βοηθά στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Σε άλλη μελέτη παρουσιάζεται επίσης ένας αποδοτικός βασικός αλγόριθμος για HEMS που ελέγχει τα aircondition (a/c's) και τους θερμοσίφωνες, ώστε να μειώνεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας των συσκευών [133]. Ακόμα αρκετές εταιρείες έχουν σχεδιάσει έξυπνα HEMS για τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας. Για

παράδειγμα, η General Electric Co. σχεδίασε ένα σύστημα που ελέγχει τις οικιακές συσκευές χρησιμοποιώντας smartphone. Το σύστημα προσφέρει ισχυρή υποστήριξη στους καταναλωτές ελέγχοντας και παρακολουθώντας τις συσκευές μέσω εφαρμογής [134]. Επιπλέον, η Honda στις ΗΠΑ έχει εφαρμόσει ένα σύστημα λογισμικού και υλικού που ελέγχει, παρακολουθεί και βελτιστοποιεί την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη χρήση συσκευών στο κτίριο [135]. Αυτό το σύστημα οικιακού αυτοματισμού χρησιμοποιεί ηλιακά φωτοβολταϊκά και μπαταρίες για την αποθήκευση ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τις ώρες αιχμής.

2.5.2 HEMS Για Έξυπνα Κτίρια

Το έξυπνο κτίριο είναι μια εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών σε κτίρια κατοικιών που μπορούν να προσφέρουν πολλές ευκαιρίες για εξοικονόμηση ενέργειας και ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της κατανάλωσης ενέργειας. Τα έξυπνα κτίρια όχι μόνο παρέχουν εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά οδηγούν επίσης σε πολλά οφέλη, όπως ασφάλεια, αυξημένο επίπεδο άνεσης και βελτιωμένο οικιακό αυτοματισμό και διαχείριση ενέργειας. Αρκετές έξυπνες τεχνολογίες που επιτρέπουν την ενσωμάτωση ευφών HEMS με διάφορες λειτουργίες μέσα στα κτίρια, όπως ο αυτόματος έλεγχος, η σύνδεση με το βοηθητικό πρόγραμμα μέσω έξυπνου μετρητή και η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας [136]. Με τις έξυπνες τεχνολογίες, οι καταναλωτές μπορούν να ελέγχουν τις οικιακές συσκευές, να βελτιστοποιούν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και να ορίζουν ένα πρόγραμμα για τις οικιακές συσκευές κατά τις κρίσιμες ώρες αιχμής με βάση τα σήματα DR [137].

2.5.3 Έλεγχος Συστήματος HEMS Με Χρήση Τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AI)

Πρόσφατα, διάφορες τεχνικές AI έχουν χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή ελεγκτών χρονοδιαγράμματος οικιακών συσκευών για οικιακούς καταναλωτές σε έξυπνα κτίρια. Αυτοί οι ελεγκτές χρονοδιαγράμματος HEM που βασίζονται σε AI βασίζονται σε τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (ANN), ασαφή λογικό έλεγχο (FLC) και προσαρμοστικό νευρωνικό σύστημα ασαφών συμπερασμάτων (ANFIS). Ένας ελεγκτής AI αποτελείται από προγραμματισμό λογισμικού που μιμείται την ανθρώπινη σκέψη [138-140].

2.5.3.1 ANN

Το ANN, το οποίο είναι ένας αλγόριθμος επεξεργασίας και μελέτης πληροφοριών που μοντελοποιεί μη γραμμικά συστήματα και προσομοιώνει τον ανθρώπινο εγκέφαλο, έχει χρησιμοποιηθεί ως έξυπνος ελεγκτής για τον έλεγχο οικιακών συσκευών [141]. Οι λύσεις που βασίζονται σε ANN μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί για εργαλεία προσομοίωσης για να δημιουργήσουν μια γρήγορη λύση για προβλήματα ελέγχου και πρόβλεψης. Μια προηγμένη μέθοδος θερμικού ελέγχου που βασίζεται σε ANN σε οικιακά κτίρια έχει επίσης αναπτυχθεί για τη δημιουργία εξαιρετικά βολικών θερμικών περιβαλλόντων [142]. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέθοδος ελέγχου ANN μπορεί να βελτιώσει τη θερμική άνεση σε οικιακά κτίρια. Σε μία μελέτη [143], το ANN χρησιμοποιήθηκε με γενετικό αλγόριθμο για εβδομαδιαίο προγραμματισμό συσκευών με βελτιστοποιημένη κατανάλωση ενέργειας σε οικιακό τομέα για τη μείωση της ζήτησης ενέργειας κατά τις περιόδους αιχμής και τη μεγιστοποίηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον, μια άλλη μελέτη [144] χρησιμοποίησε ANN με βάση το PSO για να βελτιώσει τη λειτουργία του επιλέγοντας τον βέλτιστο αριθμό νευρώνων σε κάθε κρυφό στρώμα και ρυθμούς μάθησης. Οι συγγραφείς πρότειναν έναν νέο υβριδικό αλγόριθμο αναζήτησης κεραυνών (LSA) βασισμένο σε ANN για την πρόβλεψη της βέλτιστης κατάστασης ενεργοποίησης/απενεργοποίησης των οικιακών συσκευών [145]. Η βελτιστοποίηση LSA

υβριδοποιήθηκε με ANN για να βελτιώσει την απόδοσή του επιλέγοντας τις βέλτιστες τιμές των νευρώνων σε κάθε κρυφό στρώμα και ρυθμό μάθησης, γεγονός που ενισχύει την ακρίβεια του. Επιπλέον, ένα καταναμημένο ANN βασισμένο σε αλγόριθμο [146] χρησιμοποιήθηκε για τη μείωση της συνολικής τιμής ενέργειας και της καθυστέρησης λειτουργίας για τη ζήτηση ενέργειας με τη λήψη ακριβών αποφάσεων διαχείρισης ενέργειας. Η τεχνική ANN μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά την κατανάλωση ενέργειας ελέγχοντας τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου.

2.5.3.2 FLC

Το FLC έχει χρησιμοποιηθεί στο HEMS για τον έλεγχο των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών ελαχιστοποιώντας την κατανάλωση ενέργειας και τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας. Σχεδιάστηκε εφαρμόζοντας, fuzzification και defuzzification, βάση κανόνων εξαγωγής συμπερασμάτων. Είναι απλό στην εκτέλεση και μπορεί να χειριστεί μη γραμμικά και γραμμικά συστήματα με βάση γλωσσικούς κανόνες. Επιπλέον, δεν απαιτεί μαθηματικό μοντέλο [147-149]. Το FLC αναπτύχθηκε για τον προγραμματισμό των κλιματιστικών μονάδων για την επίτευξη βέλτιστου προγραμματισμού θερμοκρασίας σε σχέση με τις προβλέψεις εξωτερικής θερμοκρασίας και τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας [150]. Το DR εφαρμόζεται μέσω έξυπνων HEMS σε ένα έξυπνο οικιακό περιβάλλον. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης έδειξε την ικανότητα του FLC να μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και να προγραμματίζει τη λειτουργία των μονάδων κλιματισμού. Ο προγραμματισμός συσκευών με χρήση FLC για έξυπνα κτίρια εφαρμόστηκε επίσης σε προηγούμενη μελέτη [151]. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν ασαφείς τεχνικές για να μοντελοποιήσουν την άνεση των χρηστών και να προβλέψουν τις τιμές για να μεγιστοποιήσουν τα επίπεδα άνεσης και να ελαχιστοποιήσουν την κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες. Παρουσιάζεται επίσης ένα μοντέλο ηλεκτρικής κατανάλωσης υψηλής ανάλυσης για κάθε κατοικία που χρησιμοποιεί σύστημα ασαφούς λογικής εξαγωγής συμπερασμάτων [152]. Σε αυτό ένας φωτοβολταϊκός σταθμός ενσωματώνεται στο HEMS για να μειώσει το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που σχετίζεται με τα πρότυπα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των οικιακών συσκευών. Ο τύπος της συσκευής και η ενεργή πληρότητα χρησιμεύουν ως είσοδος στο ασαφές σύστημα και η πιθανότητα κάθε συσκευής να ξεκινήσει μέσα στο επόμενο λεπτό θεωρείται η έξοδος. Το αναπτυγμένο FLC μπορεί να ελέγξει μόνο μερικούς τύπους οικιακών συσκευών χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις συσκευές υψηλής κατανάλωσης ενέργειας. Ένας ελεγκτής προγραμματισμού σε πραγματικό χρόνο εφαρμόστηκε για οικιακές συσκευές με βάση την ασαφή λογική στο HEMS [153]. Σε αυτή τη μελέτη εξετάστηκαν στο σύστημα, τέσσερις οικιακές συσκευές με μπαταρία και φωτοβολταϊκά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το FLC μπορεί να μειώσει τη ζήτηση φορτίου προγραμματίζοντας τους χρόνους λειτουργίας των οικιακών συσκευών και λαμβάνοντας υπόψη την παροχή ενέργειας από Φ/Β και μπαταρίες. Οι ερευνητές στο [154] σχεδίασαν ένα FLC για HEMS για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Ωστόσο, ο ελεγκτής δεν λαμβάνει υπόψη το επίπεδο άνεσης των χρηστών και τα σήματα DR. Εφαρμόστηκαν οι τεχνικές ελέγχου FLC, η συνεχής χαλάρωση και ο γραμμικός προγραμματισμός μικτών ακεραίων, ώστε να προγραμματιστούν οι οικιακές συσκευές [155]. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης τρεις τύποι του FLC, δηλαδή FLC που σχετίζεται με Μελέτες, FLC που σχετίζεται με τη θερμότητα και FLC για την μπαταρία. Το αναπτυγμένο σύστημα χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο και την παρακολούθηση συσκευών αποθήκευσης ενέργειας, θέρμανσης και κατανάλωσης ενέργειας.

2.5.3.3 ANFIS

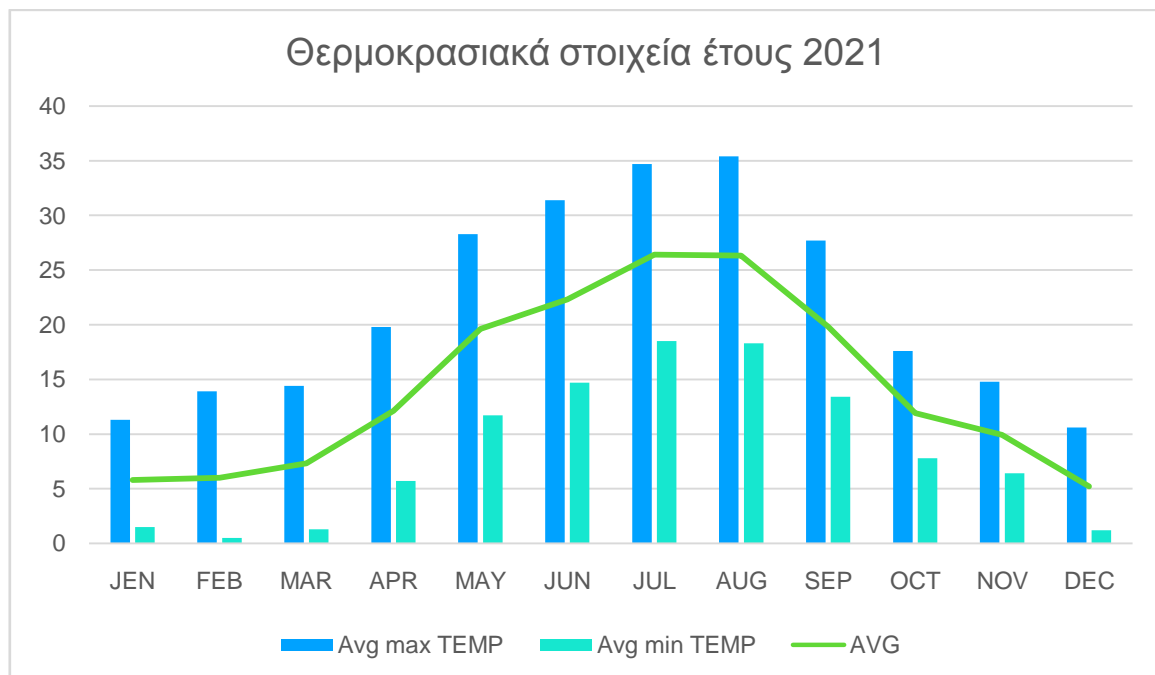
Ένας άλλος ελεγκτής AI που χρησιμοποιείται για το HEMS είναι ο ANFIS, ο οποίος είναι ένας έξυπνος ελεγκτής που προγραμματίζει και ελέγχει το οικιακό φορτίο για να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας. Η δομή ANFIS παρουσιάζει πολλά επίπεδα και δεν απαιτεί μαθηματικό μοντέλο [156]. Ένας ελεγκτής βασισμένος στην ANFIS σε ένα έξυπνο κτίριο εφαρμόστηκε στο [132]. Ο ελεγκτής αντιπροσωπεύει έναν έξυπνο πίνακα αναζήτησης και ένα ασαφές υποσύστημα. Η είσοδος προέρχεται από ανάδραση εξόδου, εξωτερικούς αισθητήρες και ασαφή υποσυστήματα. Ο προτεινόμενος ελεγκτής καθορίζει τον βέλτιστο ενεργειακό προγραμματισμό σύμφωνα με τη δυναμική τιμή χωρίς να ελαχιστοποιεί την κατανάλωση ενέργειας. Παρ'όλα αυτά, ο ελεγκτής παραμελεί άλλες παραμέτρους, όπως προτιμήσεις χρήστη και στρατηγικές DR. Ένας ευφυής αλγόριθμος συμπερασμάτων που βασίζεται στο ANFIS για HEMS παρουσιάζεται επίσης στο [157]. Αυτός ο αλγόριθμος χρησιμοποιείται για να αυξήσει το συμπέρασμα μεταξύ των συσκευών που μεταδίδουν το πρόγραμμα επανεκπαίδευσης στο ANFIS. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόδοση του προτεινόμενου ANFIS είναι καλύτερη από αυτή του κλασικού ANFIS. Η βιβλιογραφία έδειξε ότι αρκετοί περιορισμοί σχετίζονται με τη χρήση FLC και ANFIS σε ελεγκτές προγραμματισμού. Για παράδειγμα, το FLC εξαρτάται από τις κατάλληλες μεταβλητές σε αλγόριθμους που βασίζονται σε κανόνες και συναρτήσεις μελών. Αυτές οι μεταβλητές καθορίζονται συνήθως με βάση τη δοκιμή και το σφάλμα, το οποίο απαιτεί επιπλέον χρόνο. Οι προκλήσεις που σχετίζονται με τον ελεγκτή ANFIS περιλαμβάνουν τον μεγάλο όγκο δεδομένων που απαιτείται και τους μεγάλους χρόνους εκπαίδευσης και μάθησης. Κατά συνέπεια, η τεχνική ANN παρέχει εξαιρετικά ευνοϊκά χαρακτηριστικά, όπως εξαιρετική πρόβλεψη, καλή απόδοση στη λειτουργία σε πραγματικό χρόνο, ξεχωριστή ικανότητα εκμάθησης σύνθετων μη γραμμικών λειτουργιών μέσω εκπαίδευσης και δημιουργία πληροφοριών που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της μάθησης.

Κεφάλαιο 3: ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση του κτιρίου προς μελέτη και της τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται.

3.1 Αθλητικό Κέντρο Βελβεντού

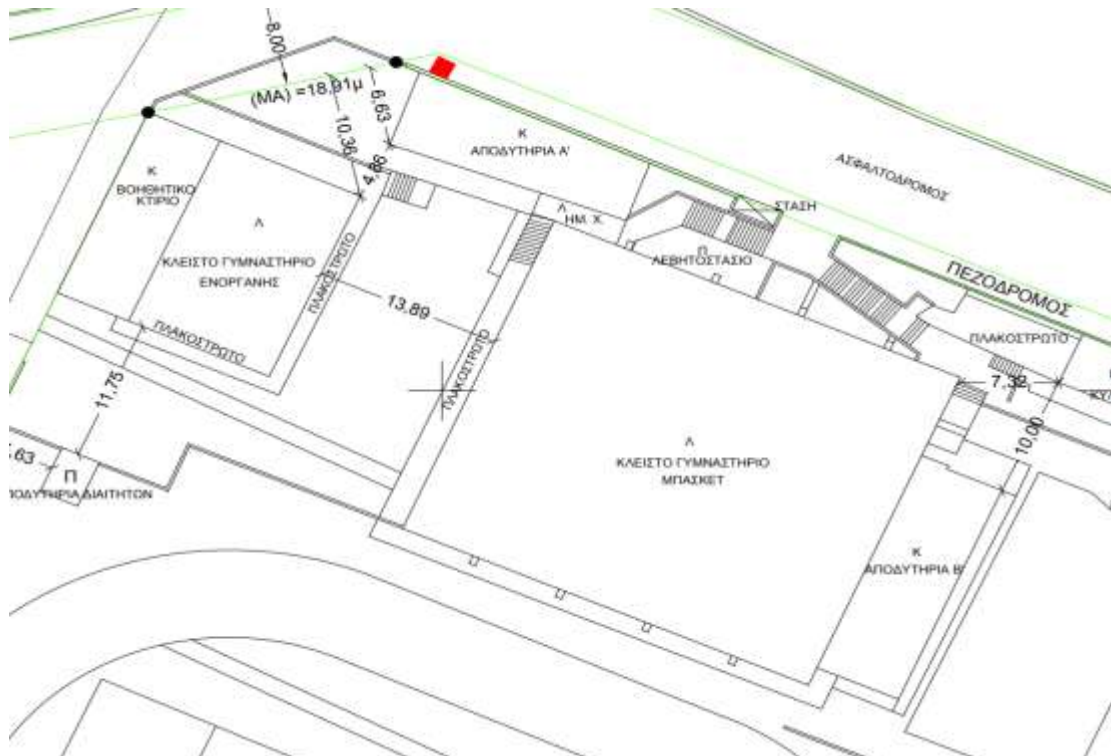
Το κτίριο για το οποίο εκπονήθηκε η μελέτη, είναι το Αθλητικό Κέντρο Βελβεντού το οποίο βρίσκεται ανατολικά του κέντρου της κομόπολης στα όρια του οικιστικού ιστού και στο τελείωμα αυτού ξεκινάει το δάσος. Η περιοχή στην οποία βρίσκεται το Αθλητικό Κέντρο κλιματολογικά χαρακτηρίζεται από αρκετά βαρείς χειμώνες και σχετικά ήπια καλοκαίρια όπως φαίνεται και παρακάτω (Σχήμα 3) στο διάγραμμα μέσω των θερμοκρασιών για το έτος 2021 από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών[159].



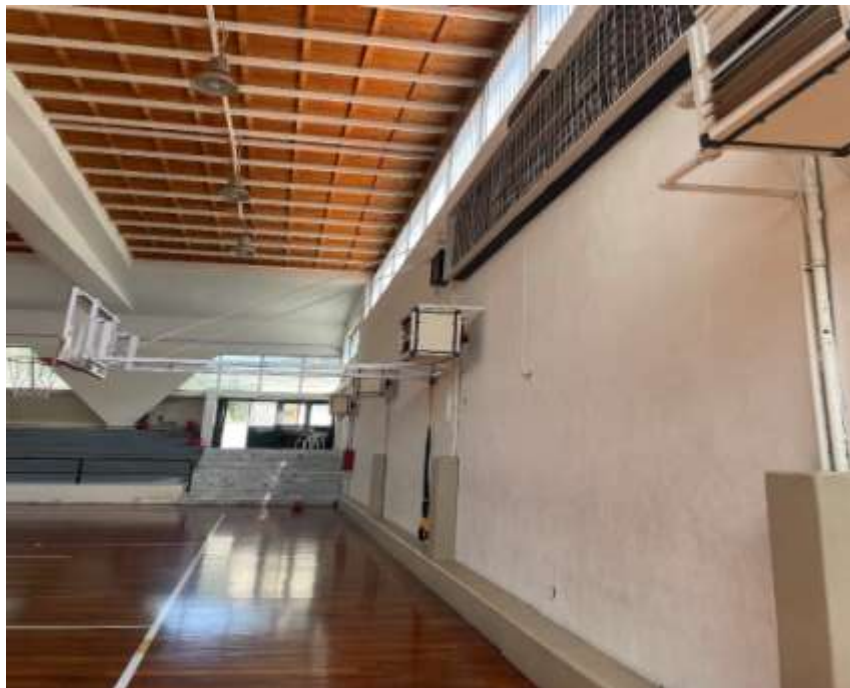
Σχήμα 3 : Θερμοκρασιακά Δεδομένα Βελβεντού Κοζάνης

Το Αθλητικό Κέντρο αποτελείται από τρία κύρια κτίρια όπως φαίνεται και παρακάτω (εικόνα 4). Τα κτίρια αυτά είναι το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ, το κλειστό γυμναστήριο ενόργανης - βαρών δυτικά του και τα αποδυτήρια Α' βορειοανατολικά του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ. Επιπλέον τα αποδυτήρια Β' θεωρούνται ότι αποτελούν κοινό κτίριο με το κλειστό γήπεδο μπάσκετ καθώς επικοινωνούν. Από πολεοδομικής άποψης και τα τρία αυτά κτίρια λόγω της χρήσης τους αλλά και

της μικρής απόστασης (μόλις λίγα μέτρα) που τα χωρίζει θεωρούνται ως μία μονάδα και το αποτέλεσμα της μελέτης θα είναι ενιαίο. Τα κτίρια κατασκευάστηκαν περί το τέλος της δεκαετίας του 80' (Ιανουάριος 1988) με κύρια υλικά κατασκευής το εμφανές τσιμέντο, το τριφτό ασβεστοκονίαμα τα τούβλα και στα κτίρια ενόργανης και αποδυτηρίωνεπιπλέον τα κεραμίδια.



Εικόνα 4: Διάγραμμα κάλυψης Αθλητικού Κέντρου Βελβεντού



Εικόνα 5: Αποψη κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ εσωτερικά



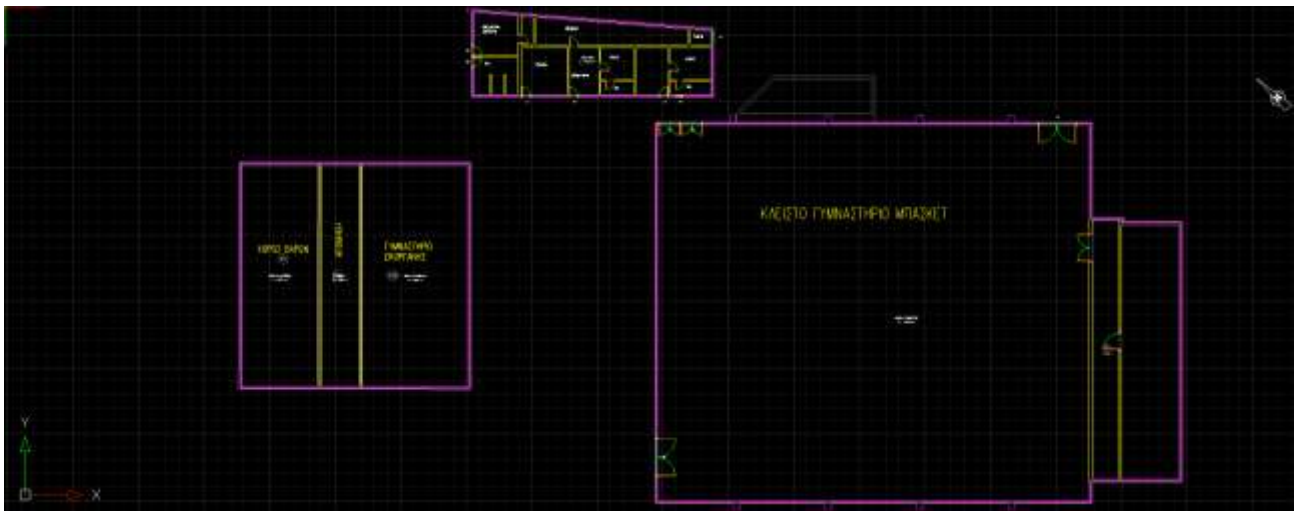
Εικόνα 6: Άποψη κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ



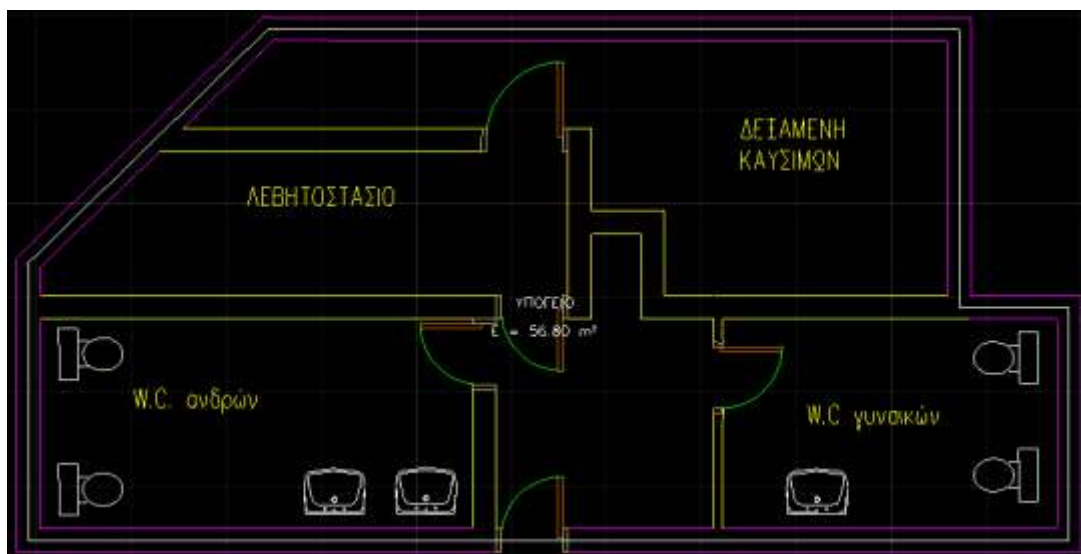
Εικόνα 7:Άποψη αποδυτηρίων Αθλητικού Κέντρου Βελβεντού

3.2 Δομικά Στοιχεία Και Χώροι

Όπως προαναφέρθηκε τα κτίρια αποτελούνται από το τσιμέντο, το τριφτό ασβεστοκονίαμα τα τούβλα και στα κτίρια ενόργανης και αποδυτηρίων επιπλέον τα κεραμίδια. Τις κατασκευές επιπλέον συμπληρώνουν τα μεταλλικά κουφώματα τα οποία είναι αρκετά παλαιά. Όσον αφορά την αποτίμηση του κελύφους αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως απαρχαιωμένο με παντελή έλλειψη θερμομόνωσης και κακής κατάστασης εκ κατασκευής των μεταλλικών κουφωμάτων με είτε και χωρίς υαλοπίνακες.

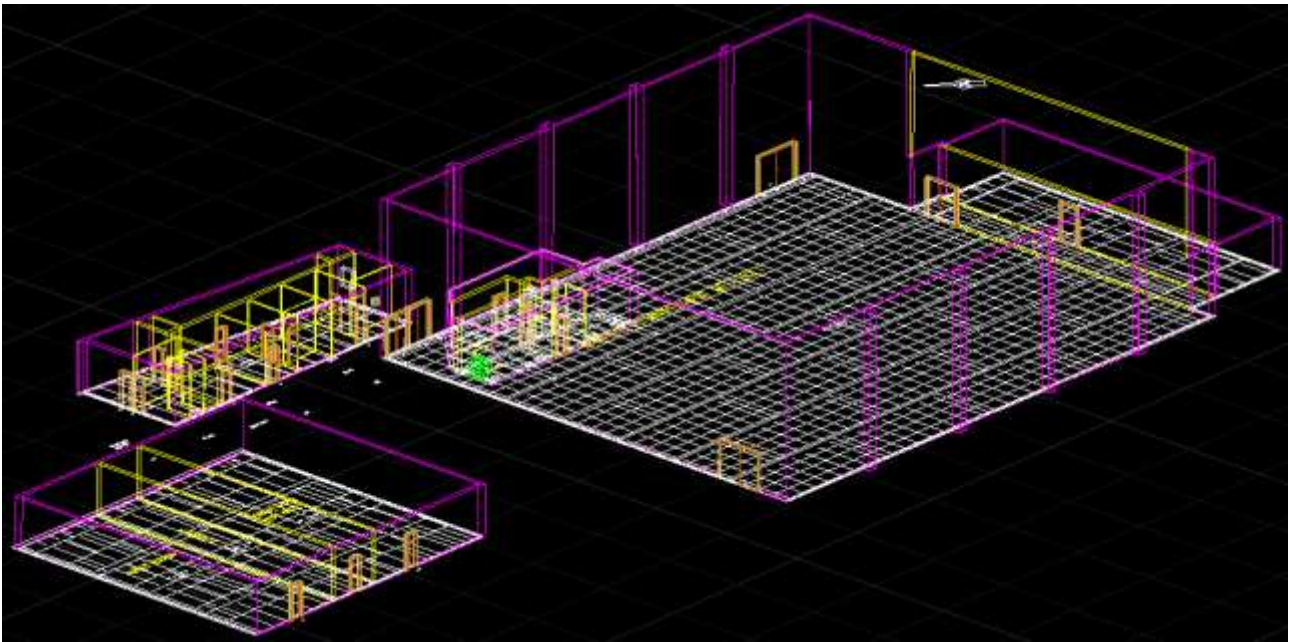


Εικόνα 8: Κάτοψη κτιρίων GCAD



Εικόνα 9: Κάτοψη υπογείου GCAD

Όσον αφορά το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ (Εικόνα 8) αυτό καλύπτει συνολικά μία επιφάνεια 1094.435m^2 εκ των οποίων, τα $56,8\text{m}^2$ αποτελούν το υπόγειο (Εικόνα 9) κάτω από τον χώρο της εξέδρας όπου βρίσκονται τα κοινόχρηστα WC, ο χώρος της δεξαμενής καυσίμων και το λεβητοστάσιο, και τα υπόλοιπα αποτελούν το γήπεδο και τα βοηθητικά αποδυτήρια Β'. Ακόμα το κτίριο των αποδυτηρίων Α' (εικόνα 7,8) καλύπτει μία επιφάνεια $110,386\text{m}^2$ και αποτελείται από, έναν χώρο αποδυτηρίων για τους διαιτητές, αποδυτήρια για τους αθλητές, 3 χώρους για WC, 2 χώρους για ντους, έναν χώρο με γραφεία, έναν χώρο αποθήκευσης και έναν μικρό χώρο με εξωτερική πρόσβαση όπου λειτουργεί ως ταμείο εισιτηρίων. Τέλος το κτίριο του κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης – βαρών καλύπτει μία επιφάνεια $249,925\text{m}^2$ εκ των οποίων τα $144,22\text{m}^2$ αποτελεί το γυμναστήριο της ενόργανης, τα $105,71\text{m}^2$ το γυμναστήριο βαρών και τα 53.92m^2 χώρο αποθήκευσης.



Εικόνα 10: 3D κάτοψη ανατολικής πλευράς GCAD

3.3 Στοιχεία Χρήσης

Τα κτίρια και οι χώροι τους εξυπηρετούν τη λειτουργία του Αθλητικού Κέντρου . Πιο ειδικά υπάρχουν αποδυτήρια, χώρος γραφείων, κερκίδες, χώρος ταμείου εισιτηρίων, χώροι αποθήκευσης, κοινόχρηστα WC και χώρος λεβητοστασίου.

Το Αθλητικό Κέντρο λειτουργεί κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου 14 ώρες την ημέρα 7 ημέρες την εβδομάδα σύμφωνα και με τον πίνακα 2.1 της TOTEE 20701-1/2017 όπως φαίνεται και παρακάτω (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Πίνακας 2.1 TOTEE 20701-1/2017

Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Διαδρόμοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση

3.4 Ενεργειακά Συστήματα

Τους χειμερινούς μήνες υπάρχει υψηλή ανάγκη θέρμανσης των εσωτερικών χώρων η οποία για το κλειστό γήπεδο μπάσκετ εξυπηρετείται από τον λέβητα εσωτερικής καύσης με τη χρήση θερμαντικών μέσων , παλαιού τύπου, ενώ για τα κτίρια ενόργανης-βαρών και των αποδυτηρίων Α' χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα τα οποία όμως δεν καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες θέρμανσης των χώρων όπως αυτές υπολογίστηκαν.

Τα φορτία ψύξης αν και σημαντικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού όπως αναλύεται στην υποενότητα 4.6 δεν εξυπηρετούνται από κάποιο σύστημα.

Επιπλέον στις εγκαταστάσεις του Αθλητικού Κέντρου δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις συστημάτων ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας.

Στον πίνακα 2 εμφανίζονται τα συμβατικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των θερμικών αναγκών των εγκαταστάσεων.

Πίνακας 2: Συμβατικά συστήματα κάλυψης θερμικών αναγκών

Σύστημα	Ισχύς(kw)
Λέβητας(πετρελαίου)	200

Τα φορτία ηλεκτρισμού κατανέμονται σε φορτία φωτισμού, θέρμανσης χώρων και ζεστού νερού χρήσης (ZNX). Για τον φωτισμό συγκεκριμένα γίνεται χρήση λαμπτήρων αλογόνου οι οποίες έχουν αρκετά μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, για την θέρμανση όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα, ενώ για το ZNX τοπικοί ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες.

Στον πίνακα 3 εμφανίζονται τα ηλεκτρικά φορτία και τα στοιχεία τους.

Πίνακας 3: Στοιχεία ηλεκτρικών φορτίων

Σύστημα	Ισχύς(kw)
Λαμπτήρες Αλογόνου	29,81
θερμοσίφωνες	25
Ηλεκτρικές Σόμπες	20

Κεφάλαιο 4: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της μελέτης και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στοιχεία για την ενεργειακή αξιολόγηση του Αθλητικού Κέντρου όπως επεξεργάστηκαν. Τέλος παρουσιάζεται το αποτέλεσμα που προέκυψε.

4.1 Προγράμματα

Για την εκπόνηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα 4M-KENAK σε συνδυασμό με τα σχεδιαστικά περιβάλλοντα GCAD και FINE. Το 4M-KENAK αποτελεί ένα πρόγραμμα ενεργειακής επιθεώρησης και ενεργειακής μελέτης το οποίο είναι ενημερωμένο με όλα τα νέα ΦΕΚ και τις νέες αναθεωρημένες TOTEE.

Ξεκινώντας με το σχεδιασμό του κτιρίου, βάση σχεδίων, έγινε χρήση του προγράμματος GCAD. Το σχεδιαστικό αυτό περιβάλλον, αφού σχεδιαστούν οι κατόψεις του κτιρίου, δίνεται η δυνατότητα να οριστούν οι οντότητες του κελύφους από τις οποίες αποτελείται. Πιο συγκεκριμένα ορίζονται πάνω στο σχέδιο οι τοίχοι (εσωτερικοί-εξωτερικοί), τα κουφώματα (πόρτες, παράθυρα), οι οροφές και τα δάπεδα καθορίζοντας ακόμα και τα υλικά από τα οποία αποτελούνται μαζί με τους συντελεστές θερμοπερατότητάς τους. Ακόμα ορίζονται οι θερμικές ζώνες από τις οποίες απαρτίζεται το κτίριο, σύμφωνα με τους κανόνες που ορίζει η TOTEE, οι μη θερμαινόμενοι χώροι, οι στάθμες των ορόφων και του χώρου καθώς και οι θέσεις ηλίου για τη διάρκεια ενός έτους. Σε περιπτώσεις όπου το κτίριο ή τα κτίρια προς μελέτη (όπως σε αυτή την περίπτωση) επηρεάζονται από σκιάσεις προβόλων και διπλανών κτιρίων, το πρόγραμμα τις υπολογίζει αυτόματα για τα πιο έγκυρα τελικά αποτελέσματα της μελέτης.

Όσον αφορά το πρόγραμμα FINE αυτό το επίσης σχεδιαστικό περιβάλλον, χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών των χώρων αλλά και των ψυκτικών φορτίων βάση των σχεδίων και των στοιχείων που περάστηκαν στο πρόγραμμα GCAD.

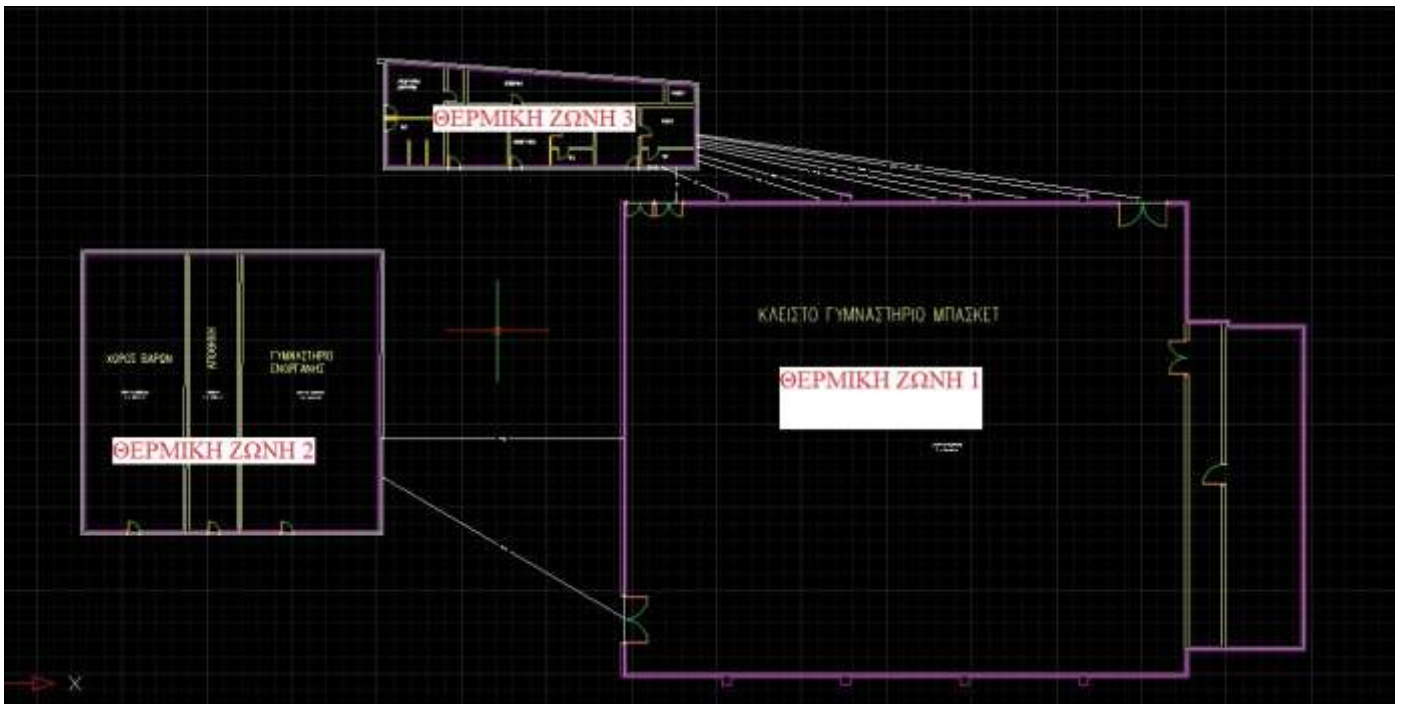
Τέλος το πρόγραμμα 4M-KENAK χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου και την εκτύπωση της έκθεσης αναφοράς. Αναλυτικότερα το 4M-KENAK επικοινωνεί με τα προγράμματα FINE και GCAD με αποτέλεσμα τα στοιχεία του κελύφους και όσα ορίστηκαν στα κτίρια κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού να περαστούν αυτόματα σε αυτό με απόλυτη ακρίβεια αποφεύγοντας το πέρασμα αυτών με το χέρι. Ακόμα μέσα στο πρόγραμμα 4M-KENAK έγινε η δήλωση των συστημάτων των κτιρίων (φωτισμός, συστήματα θέρμανσης, ΖΝΧ, κ.λπ.) πριν τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης του Αθλητικού Κέντρου.

4.2 Θερμικές Ζώνες

Για να μπορέσει να γίνει η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του Αθλητικού Κέντρου, θα πρέπει να το χωρίσουμε σε θερμικές ζώνες ακολουθώντας τις υποδείξεις της TOTEE 20701-1 2017.

Υπάρχουν τρεις βασικοί κανόνες για να γίνει αυτός ο διαχωρισμός. Αρχικά θα πρέπει να το διαχωρίσουμε στο όσο το δυνατόν λιγότερες θερμικές ζώνες με σκοπό τα δεδομένα εισόδου αλλά και ο υπολογιστικός χρόνος να μην αυξηθούν σημαντικά. Ακόμα θα πρέπει να γίνει καταγραφή της πραγματικής χρήσης του κάθε χώρου, ενώ τέλος χώροι οι οποίοι καταλαμβάνουν όγκο λιγότερο του 10% του όγκου θα πρέπει να ενταχθούν σε άλλες ζώνες, όσο το δυνατόν ίδιες, ακόμα και αν η χρήση τους τα εντάσσει σε κάποια ανεξάρτητη θερμική ζώνη.

Έτσι στην περίπτωση του Αθλητικού Κέντρου, λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω οδηγίες της TOTEE 20701-1 2017, το χωρίσαμε σε τρεις θερμικές ζώνες. Η θερμική ζώνη 1 είναι το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ μαζί με τα βοηθητικά αποδυτήρια Β' καθώς αποτελεί λιγότερο του 10% του υπόλοιπου κτιρίου, η θερμική ζώνη 2 είναι το κλειστό γυμναστήριο βαρών-ενόργανης και η θερμική ζώνη 3 είναι τα αποδυτήρια Α' όπως φαίνονται και παρακάτω (Εικόνα 11).



Εικόνα 11:Κάτοψη διαχωρισμούθερμικών ζωνώνGCAD

Η θερμική ζώνη 1 (Εικόνα 12), έχει εμβαδό 1094,435 m² και όγκο 3283,304 m³. Βάση της χρήσης του ως κλειστό γυμναστήριο η θερμοκρασία αέρα για θέρμανση σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017 είναι στους 18°C ενώ για ψύξη στους 25 °C.

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	18
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	25
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	1094.435
Λόγος μήκους/πλάτος ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιθυμητός όγκος (m ³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)	3283.304
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	3687
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία

Εικόνα 12:Στοιχεία Θερμικής Ζώνης 1 4M-KENAK

Η θερμική ζώνη 2 (Εικόνα 13), έχει εμβαδό 249,925 m² και όγκο 749,775 m³. Βάση της χρήσης του ως κλειστό γυμναστήριο, όπως και στη θερμική ζώνη 1, η θερμοκρασία αέρα για θέρμανση σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017 είναι στους 18oC ενώ για ψύξη στους 25 oC.

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	18
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	25
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	249.925
Λόγος μήκους/πλάτος ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιθυμητός όγκος (m ³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)	749.775
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	3687
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία

Εικόνα 13: Στοιχεία Θερμικής Ζώνης 2 4M-KENAK

Τέλος η θερμική ζώνη 3 (Εικόνα 14), έχει εμβαδό 110,386 m² και όγκο 331,159 m³. Βάση της χρήσης του ως λουτρό η θερμοκρασία αέρα για θέρμανση σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017 είναι στους 18oC ενώ για ψύξη στους 25°C.

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	22
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	26
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	110.386
Λόγος μήκους/πλάτος ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιθυμητός όγκος (m ³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)	331.159
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κπριακού κελύφους (m ²)	3687
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	Γ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία

Εικόνα 14: Στοιχεία Θερμικής Ζώνης 3 4M-KENAK

Πίνακας 4: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Κλειστό γυμναστήριο)

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Κλειστό γυμναστήριο)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Κλειστό γυμναστήριο	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	1094.4	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	160	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	33.75	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πίνακας 5: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 2 (Κλειστό γυμναστήριο)

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 2 (Κλειστό γυμναστήριο)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Κλειστό γυμναστήριο	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	249.9	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	0	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	33.75	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πίνακας 6: Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 3 (Λουτρό)

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 3 (Λουτρό)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Λουτρό	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	110.4	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	57	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	6.00	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

4.3 Κέλυφος

Κέλυφος σε ένα κτίριο ονομάζουμε τα διαφανή(υαλόθυρες,παράθυρα) και αδιαφανή (πόρτες, τοίχοι, οροφές, δάπεδα) δομικά του στοιχεία.

Στην περίπτωση του Αθλητικού Κέντρου αναφορικά με τους τοίχους των κτιρίων, αυτοί εντάσσονται στην κατηγορία με οικοδομική άδεια πριν την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ 2010 και σύμφωνα με τον πίνακα 3.5.α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Εικόνα 15) έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U=3,4$.

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από μία ή δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85

Εικόνα 15: Πίνακας 3.5.α της TOTEE 20701-1/2017

Οι οροφές και των τριών κτιρίων είναι κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, οπότε σύμφωνα με τις τυπικές τιμές του πίνακα 3.5β της TOTEE 20701-1 2017 (Εικόνα 16) έχουμε $U=3,7$.

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμ. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο	–	2,90	–	–	0,90	–

Εικόνα 16: Πίνακας 3.5.β της TOTEE 20701-1/2017 για οροφές

Για τα δάπεδα επί εδάφους επίσης σύμφωνα με τις τυπικές τιμές του πίνακα 3.5β της TOTEE 20701-1 2017 (Εικόνα 17) έχουμε $U=3,1$.

χώρο.						
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	-	-	1,05	-	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	-	-	1,00	-	-
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	-	-	0,90	-	-
Επί εδάφους.	-	-	3,10	-	-	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,00	-	-	0,80	-

Εικόνα 17: Πίνακας 3.5.β της TOTEE 20701-1/2017 για δάπεδα

Τα παράθυρα αυτά είναι μεταλλικού πλαισίου με μονό γυαλί, ενώ και οι πόρτες είναι μεταλλικές. Λόγω διαφορετικών διαστάσεων δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος συντελεστής θερμοπερατότητας. Έτσι έχοντας περάσει τα υλικά αυτών στο πρόγραμμα GCAD, όταν έγινε χρήση του 4M KENAK, το πρόγραμμα υπολόγισε μόνο του τους συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε ένα κούφωμα ξεχωριστά.

Παρακάτω παραθέτονται τα στοιχεία κελύφους όπως περάστηκαν στο πρόγραμμα 4M-KENAK και για τα τρία κτίρια(Εικόνα 18, 19, 20) όπου T2 είναι οι εξωτερικοί τοίχοι, O1 οι οροφές, Δ2 τα δάπεδα, A1 και A2 πόρτες, A4 και A5 παράθυρα και E1 οι εσωτερικοί τοίχοι:

Εξ. Επαφ.	Προσανατολισμός (°)	Προσανατολισμός	Γωνιών μάζας	Αερασιμότητα	Διηλεκτρικός U (W/m²K)	Υπεριζοθερμότητα Σκυροστρώμα (W/m²K)	Υπεριζοθερμότητα γύψου (W/m²K)	Υψος ή Γλάφυρος (cm)	Επαφ. (m²)	Αεφ. Επαφ.	Συν. Επαφ. (m²)	Αερασιμότητα (m³/h)	Επαφ. (m²)	Συνολ. ζεύγματος αε	Γεωμετρικός ΜΕΣ ή Βαθμολογία	Κλιμακός ανιχνισμός	Βάθος ορόφους πλαισίου 1 (m)
7	T2	48	BA	ΕΠ	3,4	3,400	2,45	3	7,35	1	7,35		7,35				
8	T2	138	NA	ΕΠ	3,4	3,400	7,15	3	21,45	1	21,45		21,45				
9	T2	48	BA	ΕΠ	3,4	3,400	6,20	3	18,60	1	18,60	6,38	12,22				
10	A2	48	BA	ΕΠ	A	3,50	3,500	2,90	2,20	6,38	1	6,38	6,38			BA1	
11	T2	48	BA	ΕΠ	3,4	3,400	7,00	3	21,00	1	21,00		21,00				
12	T2	48	BA	ΕΠ	3,4	3,400	3,40	3	10,20	1	10,20		10,20				
13	T2	48	BA	ΕΠ	3,4	3,400	10,55	3	31,65	1	31,65		31,65				
14	T2	48	BA	ΕΠ	3,4	3,400	6,25	3	18,75	1	18,75	7,48	11,27				
15	A1	48	BA	ΕΠ	A	3,50	3,500	1,70	2,20	3,74	1	3,74	3,74			BA2	
16	A1	48	BA	ΕΠ	A	3,50	3,500	1,70	2,20	3,74	1	3,74	3,74			BA3	
17	T2	318	BA	ΕΠ	3,4	3,400	26,70	3	86,10	1	86,10	6,38	79,72				
18	A2	318	BA	ΕΠ	A	3,50	3,500	2,90	2,20	6,38	1	6,38	6,38			BA1	
19	T2	228	NA	ΕΠ	3,4	3,400	6,20	3	18,60	1	18,60		18,60				
20	T2	228	NA	ΕΠ	3,4	3,400	7,00	3	21,00	1	21,00		21,00				
21	T2	228	NA	ΕΠ	3,4	3,400	7,00	3	21,00	1	21,00		21,00				
22	T2	228	NA	ΕΠ	3,4	3,400	7,00	3	21,00	1	21,00		21,00				
23	Δ2			ΘΕ	3,1	0,365	1,00	906,5	906,5	1	906,5		906,5				3,00
24	Δ2	E	E	ΜΕΧ	3,1	3,100	1,00	21,26	21,26	1	21,26		21,26	0,761	ΥΠΟΓΕΙΟ		
25	Δ2			ΘΕ	3,1	0,583	1,00	85,19	85,19	1	85,19		85,19				3,00
26	Δ2			ΘΕ	3,1	0,583	1,00	37,50	37,50	1	37,50		37,50				3,00
27	O1	O	O	ΕΠ	3,7	3,700	1,00	1094	1094	1	1094		1094				

Εικόνα 18: Στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου στο 4M-KENAK

1	T2	228	ΝΔ	ΕΠ		3.4	3.400	6.20	3	18.60	1	18.60		18.60			
2	E1	E	E	ΜΒΧ		0.715	0.715	17.10	3	51.30	1	51.30	51.30	0.815	ΑΠΟΘΗΚΗ		
3	T2	48	ΒΑ	ΕΠ		3.4	3.400	6.20	3	18.60	1	18.60		18.60			
4	T2	318	ΒΔ	ΕΠ		3.4	3.400	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30			
5	Δ2			ΘΕ		3.1	0.583	1.00	98.46	98.46	1	98.46		98.46			3.00
6	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	104.3	104.3	1	104.3		104.3			
7	T2	138	ΝΑ	ΕΠ		3.4	3.400	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30			
8	T2	48	ΒΑ	ΕΠ		3.4	3.400	8.40	3	25.20	1	25.20		25.20			
9	E1	E	E	ΜΒΧ		0.715	0.715	17.10	3	51.30	1	51.30	51.30	0.815	ΑΠΟΘΗΚΗ		
10	T2	228	ΝΔ	ΕΠ		3.4	3.400	8.40	3	25.20	1	25.20		25.20			
11	Δ2			ΘΕ		3.1	0.583	1.00	136.8	136.8	1	136.8		136.8			3.00
12	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	142.2	142.2	1	142.2		142.2			

Εικόνα 19: Στοιχεία κελύφους του κλειστούγυμναστηρίουενόργανης-βαρώνστο 4Μ-KENAK

1	T2	52	ΒΑ	ΕΠ		3.4	3.400	18.60	3	55.80	1	55.80		55.80			
2	T2	318	ΒΔ	ΕΠ		3.4	3.400	6.65	3	19.95	1	19.95	3.00	16.95			
3	A4	318	ΒΔ	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50			ΒΔ2
4	A4	318	ΒΔ	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50			ΒΔ3
5	T2	228	ΝΔ	ΕΠ		3.4	3.400	18.55	3	55.65	1	55.65	4.68	50.97			
6	A4	228	ΝΔ	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50			ΝΔ1
7	A4	228	ΝΔ	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50			ΝΔ2
8	A4	228	ΝΔ	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	2.00	1.50	1	1.50		1.50			ΝΔ3
9	A6	228	ΝΔ	ΕΠ	A	3.340	3.340	0.50	0.35	0.17	1	0.17		0.17			ΝΔ4
10	T2	138	ΝΑ	ΕΠ		3.4	3.400	5.25	3	15.75	1	15.75	0.75	15.00			
11	A5	138	ΝΑ	ΕΠ	A	3.381	3.381	0.75	1.00	0.75	1	0.75		0.75			ΝΑ1
12	Δ2			ΘΕ		3.1	0.583	1.00	98.37	98.37	1	98.37		98.37			3.00
13	O1	O	O	ΕΠ		3.7	3.700	1.00	110.3	110.3	1	110.3		110.3			

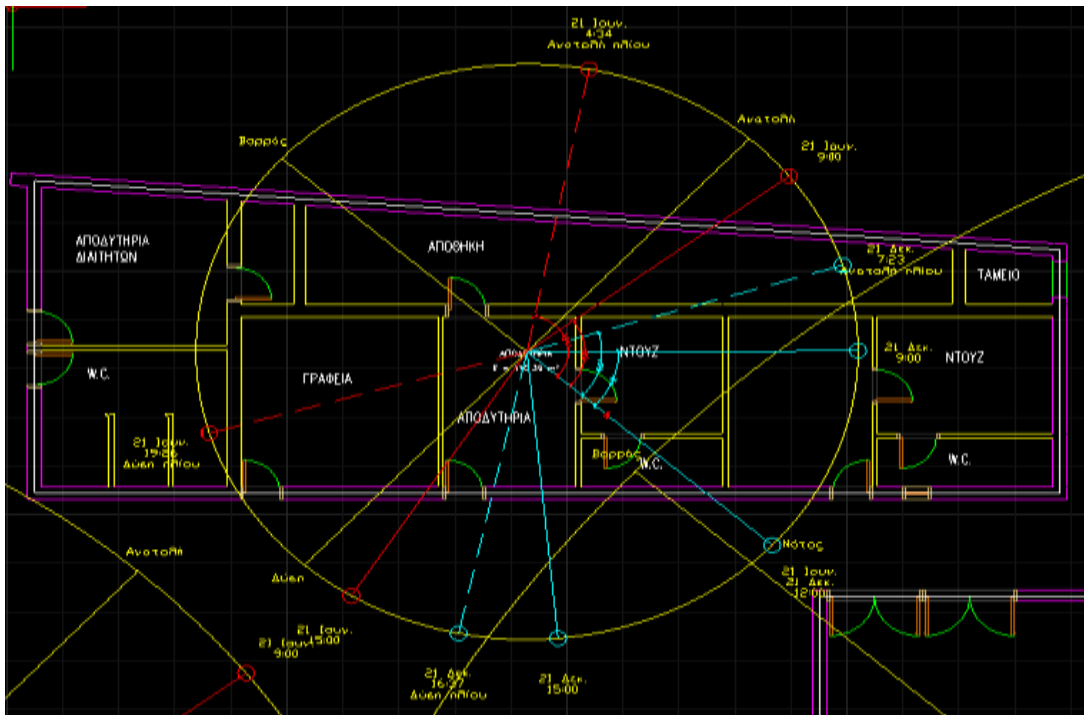
Εικόνα 20: Στοιχεία κελύφουςαποδυτηρίων Α'στο 4Μ-KENAK

4.4 Κύκλοι Ηλίου

Ακόμα μέσω του προγράμματος GCAD υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης του προσανατολισμού των κτηρίων, ορίζοντας τη θέση του Βορρά. Για το Αθλητικό Κέντρο η θέση του Βορρά βρίσκεται 37 μοίρες προς τα αριστερά. Έτσι εφόσον γίνει ο προσδιορισμός της θέσης σε σχέση με τον Βορρά, μπορούμε να τοποθετήσουμε στην κάτοψή μας τον κύκλο θέσεων του ηλίου σε διάφορες στιγμές κατά τη διάρκεια ενός έτους. Ειδικότερα εμφανίζονται σε αυτό οι τέσσερις άξονες προσανατολισμού (Βορράς, Νότος, Ανατολή, Δύση) αλλά και η θέση του ηλίου κατά τη δύση και την ανατολή του στο χειμερινό αλλά και στο θερινό ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου)(Εικόνα 21).

Η τοποθέτηση των θέσεων του ηλίου έγινε σύμφωνα με τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Κοζάνης ο οποίος βρίσκεται πιο κοντά στο Αθλητικό Κέντρο Βελβεντού το οποίο μελετάμε. Η ενέργεια αυτή έγινε και για τα τρία κτίρια ξεχωριστά ώστε να πάρουμε τα δεδομένα για τα ανοίγματα του καθενός, παρόλο που οι θέσεις ηλίου είναι ίδιες για όλα.

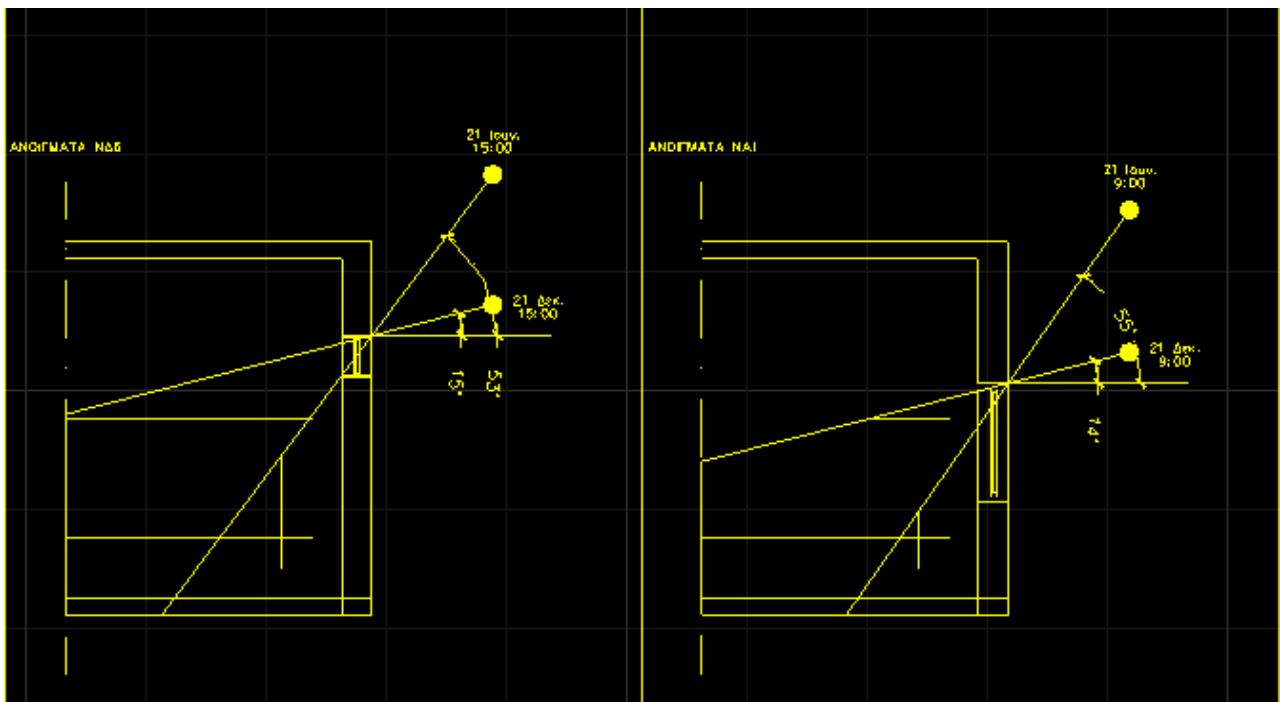
Με βάση τους υπολογισμούς των θέσεων ηλίου το πρόγραμμα πλέον μπορεί να παράξει τα σκαριφήματα ηλιασμού των ανοιγμάτων, τα οποία πρέπει να υπάρχουν σε μία ενεργειακή μελέτη. Ενδεικτικά παρουσιάζονται (Εικόνα 23) τα σκαριφήματα ηλιασμού των Νοτιοδυτικών και Νοτιοανατολικών ανοιγμάτων του κτιρίου αποδυτηρίων Α' κατά το χειμερινό και το θερινό ηλιοστάσιο.



Εικόνα 21: Θέσεις ηλίου στο κτίριο αποδυτηρίων Α'

Ημέρα	Ήλιος ώρα	Ήλιος υψος	Ήλιος αζιμούθιο	Προανατολισμός		Προανατολισμός		Προανατολισμός		Προανατολισμός	
				ΒΑ	-132	ΒΔ	138	ΝΔ	48	ΝΑ	-42
				HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA
21η Ιουνίου	9:00	49	-80	52	62	-218	-55	-128	-62	-38	55
	12:00	73	0	132	-79	-138	-77	-48	79	42	77
	15:00	49	80	212	-53	-58	65	32	53	122	-65
21η Δεκεμβρίου	9:00	14	-42	90	88	-180	-14	-90	-88	-0	14
	12:00	27	0	132	-37	-138	-35	-48	37	42	35
	15:00	14	42	174	-15	-96	69	-6	15	84	69

Εικόνα 22: Πίνακας ηλιασμού από το πρόγραμμα GCAD



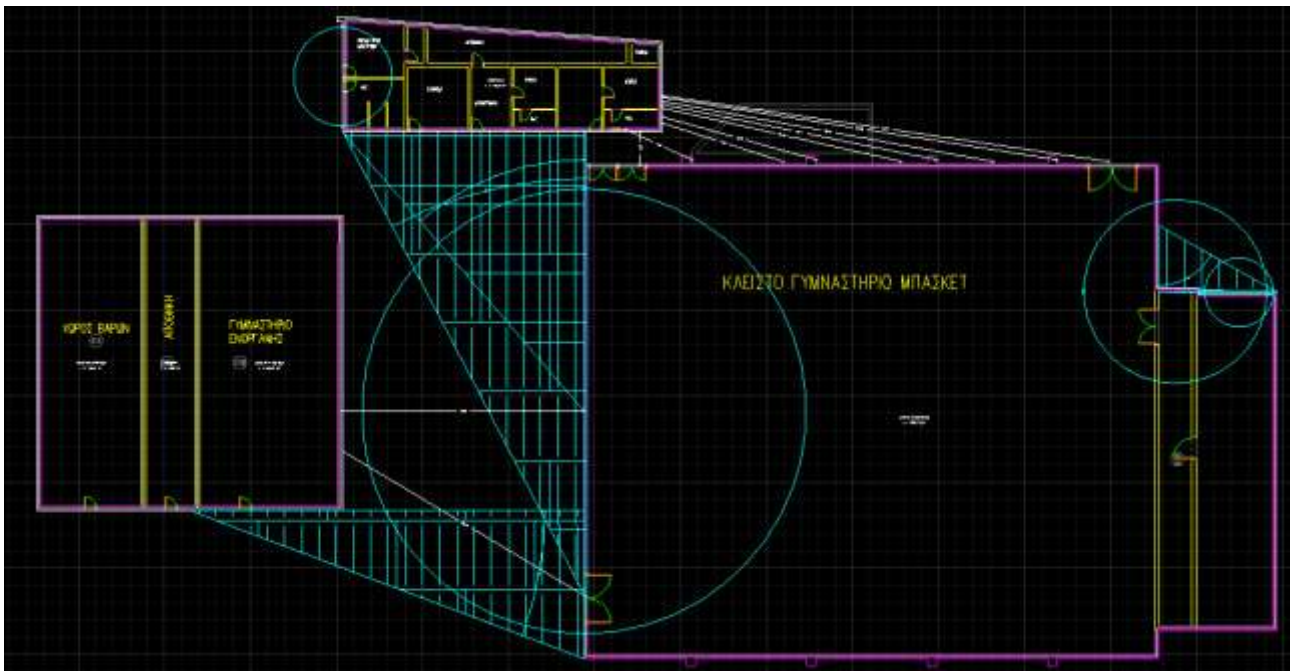
Εικόνα 23: Σκαριφήματα ηλιασμού

4.5 Σκιάσεις

Μία από τις πιο σημαντικές παραμέτρους για την ενεργειακή κατάταξη αλλά και αναβάθμιση ενός κτιρίου αποτελούν οι σκιάσεις που προκαλούνται από διπλανά κτίρια και τους προβόλους τους. Οι σκιάσεις στην ουσία μας δίνουν την πρόσβαση του ηλίου στους υπαίθριους αλλά και στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Έτσι καθορίζεται το ποσοστό του φυσικού φωτισμού το οποίο μπορούμε να εκμεταλλευτούμε για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού, αλλά και αναγκών θέρμανσης και ψύξης των χώρων.

Στην περίπτωση του Αθλητικού Κέντρου, οι σκιάσεις που προκαλούνται μεταξύ των τριών κτιρίων που μελετάμε, υπολογίστηκαν με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος GCAD τόσο στους υπαίθριους όσο και στους εσωτερικούς χώρους αυτών. Διπλανά κτίρια δεν υπάρχουν σε απόσταση ικανή ώστε να προκαλούνται περεταίρω σκιάσεις. Παρακάτω (Εικόνα 24) φαίνονται οι σκιάσεις που δημιουργούνται με μπλεσκιαγραφίες.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται (Πίνακας 7) οι συντελεστές F για θέρμανση και ψύξη κάποιων κουφωμάτων όπως υπολογίστηκαν από το πρόγραμμα GCAD βάση των σκιασμών.



Εικόνα 24:Σκιάσεις κτιρίων πρόγραμμα GCAD

Πίνακας 7:Συντελεστές Κουφωμάτων βάση σκιασμό

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F _{hor} θερμ.	F _{hor} ψύξη	F _{ov} θερμ.	F _{ov} ψύξη	F _{fin} θερμ.	F _{fin} ψύξη
isogeio	BΔ2	318	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BΔ3	318	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ1	228	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ2	228	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ3	228	1.50	3.381	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NΔ4	228	0.17	3.340	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA1	138	0.75	3.381	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4.6 Θερμικές Απώλειες-Φορτία Κλιματισμού

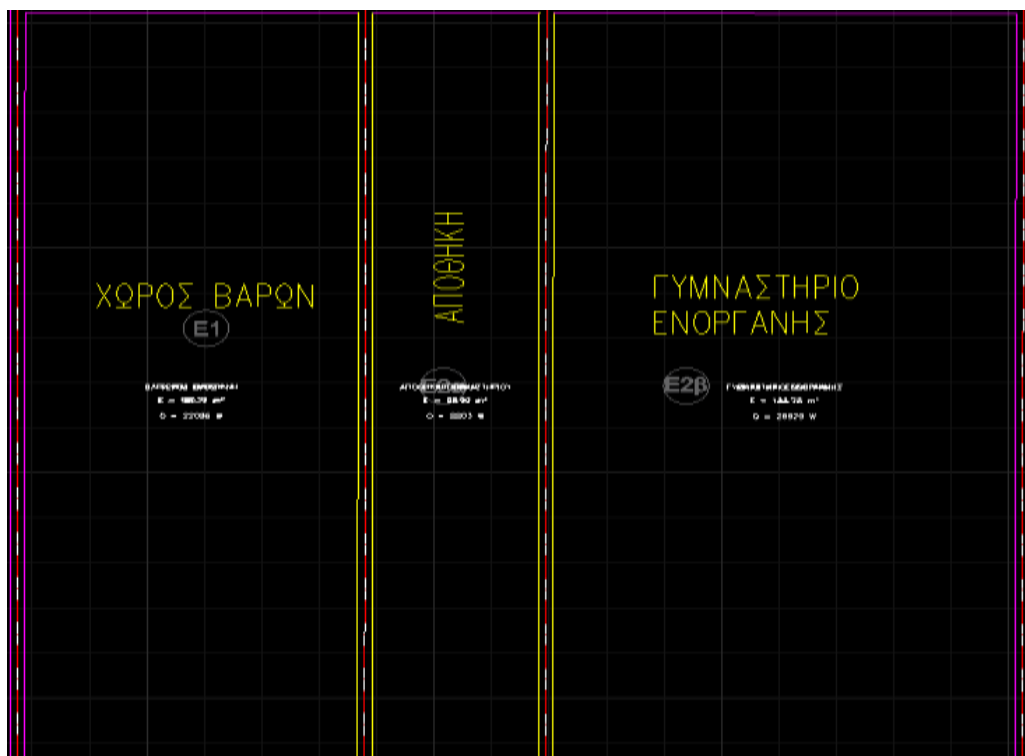
Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών και των φορτίων ψύξης είναι μια αναγκαία διαδικασία, καθώς θα μας ορίσει τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων.

Για να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες και τα φορτία κλιματισμού έγινε χρήση του σχεδιαστικού-υπολογιστικού προγράμματος FINE για το οποίο έγινε αναφορά στην υποενότητα 4.1.

Αρχικά έπρεπε να γίνει ορισμός του κάθε χώρου ξεχωριστά μέσα στο σχεδιαστικό περιβάλλον του προγράμματος δηλαδή στην κάτοψη (Εικόνα 25,26,27).



Εικόνα 25: Ορισμός χώρων αποδυτηρίων Α'



Εικόνα 26: Ορισμός χώρων κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρών



Εικόνα 27: Ορισμός χώρων κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η εντολή θερμικές απώλειες. Η εντολή αυτή περνάει τους χώρους τους οποίους ορίσαμε, στο υπολογιστικό πρόγραμμα του FINE μαζί με τα δομικά στοιχεία αυτών όπως τα ορίσαμε στο GCAD. Μέσα στο υπολογιστικό φύλλο (Εικόνα 28) εμφανίζονται οι χώροι ονομαστικά μαζί με τα επιμέρους στοιχεία τους. Έτσι ορίζουμε το ποσοστό προσαύξησης απωλειών το οποίο είναι στο 20% και στη συνέχεια τρέχουμε τους υπολογισμούς. Τα τελικά αποτελέσματα (εικόνα 29) όπως προέκυψαν ορίζουν τις συνολικές θερμικές απώλειες στα 281,165 KW για τα τρία κτίρια μαζί.

Φύλλο Απωλειών

Επίπεδο - Χώρος - Απώλειες

Είδος Επιπέδου	Προσανατολισμός	Γενιά/Δυν. χώρος	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Θερμ. γωνιακού χώρου (°C)	Συντελ. ελ/δ/ψ/η	Καθ. Απώλ. (Watt)	Καθ. Απώλ. (Watt)
1	T2	ΒΔ	ΕΠ		28.20	3.00	84.60	1	84.60	6.38	78.22	2.4		1.000	5632	563
2	A2	ΒΔ	ΕΠ	A	2.90	2.20	6.38	1	6.38		6.38	3.500		1.000	669.9	669
3	T2	ΝΔ	ΕΠ		5.95	3.00	17.85	1	17.85		17.85	2.4		1.000	1285	128
4	T2	ΝΔ	ΕΠ		7.00	3.00	21.00	1	21.00		21.00	2.4		1.000	1512	151
5	T2	ΝΔ	ΕΠ		7.00	3.00	21.00	1	21.00		21.00	2.4		1.000	1512	151
6	T2	ΝΔ	ΕΠ		7.00	3.00	21.00	1	21.00		21.00	2.4		1.000	1512	151
7	T2	ΝΔ	ΕΠ		5.95	3.00	17.85	1	17.85		17.85	2.4		1.000	1285	128
8	T2	ΝΑ	ΕΠ		1.45	3.00	4.35	1	4.35		4.35	2.4		1.000	313.2	313
9	T2	ΝΑ	ΕΠ		7.05	3.00	21.15	1	21.15		21.15	2.4		1.000	1523	152
10	T2	ΒΑ	ΕΠ		5.95	3.00	17.85	1	17.85	6.38	11.47	2.4		1.000	825.8	825

Επιθυμητή Προσαύξηση (%)	20
Μήκος (m)	927.7
Πλάτος (m)	1
Ύψος (m)	3.00
Ελάχ. Εναλλαγές Αέρα Ύψους	0.5
Αριθμός εναλλαγών/Ω στο 5l	5
Συντελεστής θερμότητας ει	0.02
Επιθ. παρ. διάθβ. ύψους (α)	
Παρ. διάθβ. ύψους (α)	1.00

Επιφάνεια χώρου	927.7
Όγκος χώρου	2783
Παροχή εξ. αέρα χώρου Vex	
Παροχή εισ. αέρα χώρου Vsu	
Θερμοκρασία εισ. αέρα θsu	0
Ίσοκροσία	
Στέγη/Κάλυμμα	
Α/Α Σώματος	

Φορτίο Θερμ. Γεφυρών (πρω)	151.8
Φορτίο Θερμ. Γεφυρών (πρω)	0.00
Συν. Απώλειες Θερμότητας	125052
Προσούξησης	25010
Τελ. Απώλειες Θερμότητας	150062
Απώλειες Αερισμού	14194
Απώλειες Επαναθέρμανσης	0.00
Συν.Απώλειες Χώρου	164266

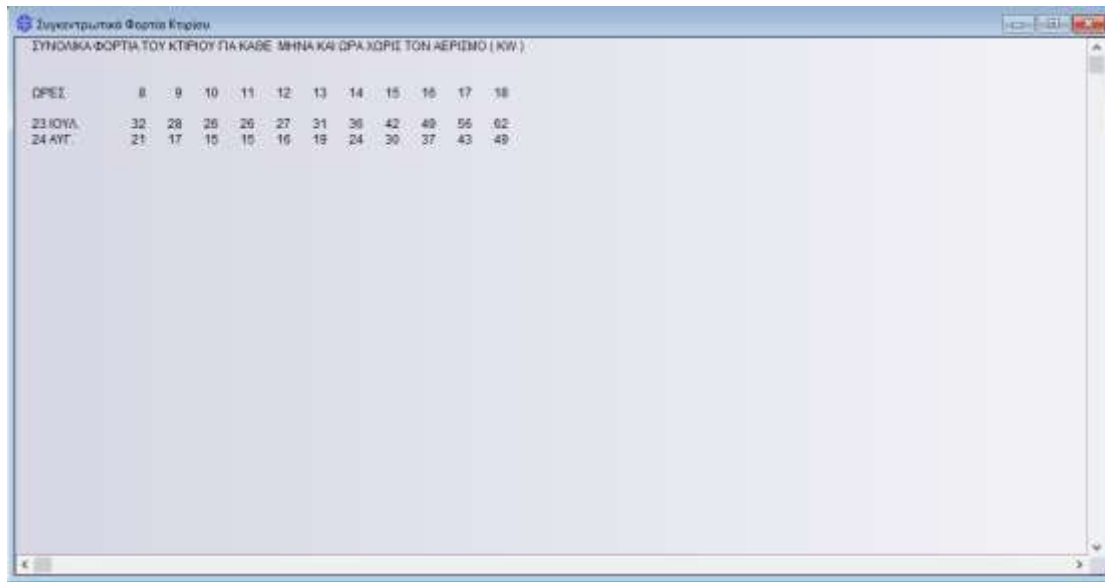
Ορισμός προσαύξησης

Εικόνα28: Υπολογιστικό Φύλλο απωλειών FINE

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)		
Επίπεδο : υρογείο		
Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου	:	0
Επίπεδο : isogείο		
1	ΓΗΠΕΔΟ ΜΠΑΣΚΕΤ	: 164256
2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	: 6675
3	ΑΠΟΔΗΤΗΡΙΑ ΓΗΠΕΔΟΥ	: 19921
4	ΧΩΡΟΣ ΒΑΡΩΝ	: 22096
5	ΑΠΟΘΗΚΗ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	: 8803
6	ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΟΡΓΑΝΗ	: 28929
7	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΔΙΑΙΤΗΤΩΝ	: 4186
8	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΩΝ	: 6049
9	WC1	: 3167
10	ΓΡΑΦΕΙΑ	: 2916
11	ΝΤΟΥΖ 1	: 925
12	WC2	: 1079
13	ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΤΟΥΖ	: 2179
14	ΝΤΟΥΖ 2	: 1823
15	WC 3	: 1657
16	ΤΑΜΕΙΟ	: 985
17	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ	: 1975
Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου	:	277619
Άθροισμα Απωλειών Χώρων	:	277619
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου	:	281165

Εικόνα 29: Συνολικά αποτελέσματα Απωλειών Χώρων

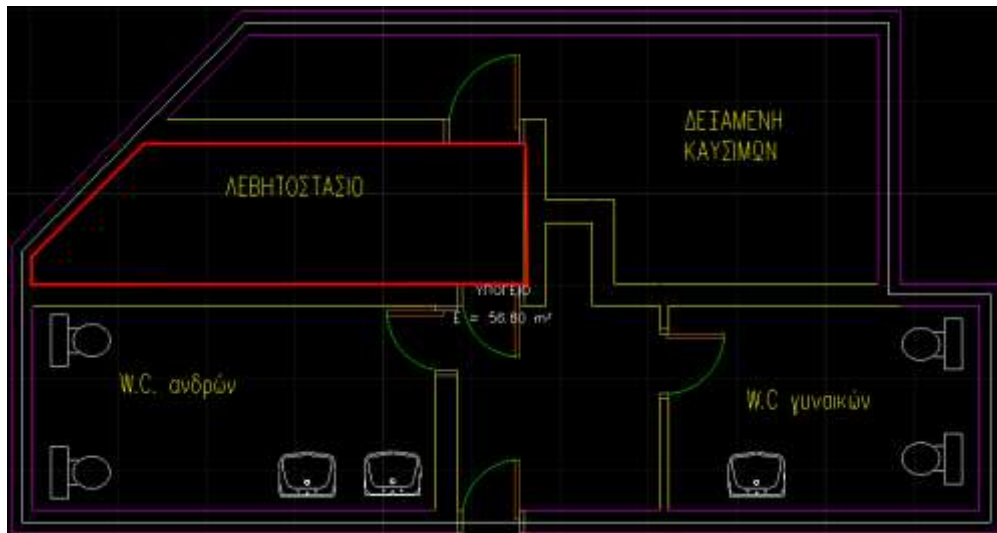
Η ίδια διαδικασία η οποία αναφέρθηκε πιο πάνω, ακολουθείτε και για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων των οποίων τα συνολικά αποτελέσματα ποικίλουν από 15-62 KW ανάλογα την ώρα και την ημέρα και παρατίθενται πιο κάτω (Εικόνα 30).



Εικόνα 30: Συνολικά αποτελέσματα Ψυκτικών Φορτίων

4.7 Θέρμανση-Ψύξη

Τα συστήματα θέρμανσης του Αθλητικού Κέντρου για την λειτουργία του είναι δύο τύπων. Στο κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ χρησιμοποιείται ένας λέβητας εσωτερικής καύσης πετρελαίου ισχύος 200kW ο οποίος είναι τοποθετημένος στο λεβητοστάσιο του κτιρίου στον υπόγειο χώρο του (Εικόνα 31). Το θερμό μέσο μεταφέρεται μέσω ενός δισωλήνιου δικτύου στα σώματα του κάθε χώρου.



Εικόνα31: Χώρος λεβητοστασίου σημειωμένος με κόκκινο

Ο συντελεστής απόδοσης για εκπομπή είναι ίσος με 0,918 και διανομή είναι ίσος με 0,880. Ο συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (COP) είναι ίσος με 0,842. Ο συντελεστής ενεργειακής απόδοσης εκφράζει το λόγο της απομακρυνόμενης θερμότητας από ένα χώρο, προς την ενέργεια που απαιτείται από τον λέβητα για την απομάκρυνση αυτής. Δηλαδή για κάθε Watt του λέβητα που

καταναλώνεται, αποδίδονται $0,842 \cdot 0,88 = 0,74$ Watt θερμότητας στον χώρο. Παρακάτω παρατίθενται (Εικόνα 32, 33) τα στοιχεία του λέβητα αλλά και συνολικά του συστήματος θέρμανσής του κλειστού γυμναστηρίου όπως περάστηκαν στο πρόγραμμα 4M KENAK.

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης

Τύπος	Πραγματική ισχύς (kW)	Τύπος λέβητα (ωραίο γ/θ)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μ/θ)	Καύσιμο	Ισχύς μείκτης (kW)	Υπολογισμένη ισχύς (kW)	Πραγματικός βαθμός απόδοσης η _{ημ}	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης η _{ηστ}	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης η _{η2}	Συντελεστής μόνωσης η _{μ2}	Πραγματικός βαθμός απόδοσης η _{η2}	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης η _{η2}	Κόστος (€)	Μισοί μισοί βαθμοί κλίμακας
1	Λέβητας	200.00	Συλήθης	Χαλός ή καταβ. Πετρέλαιο θε	165.00	165.00	0.934	0.934	0.950	0.949		0.842		
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														

OK Ακύρω

1.13 Μη Προσεχιά Υπαλληλίζομενος

Εικόνα 32: Στοιχεία λέβητα στο 4M KENAK

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης

Επιθυμητή θερμανόμενη επιφάνεια (m ²)	
Θερμανόμενη επιφάνεια (m ²)	1094.435
Επιθυμητός θερμανόμενος όγκος (m ³)	
Θερμανόμενος όγκος (m ³)	3263.3050
Παρουσία συστήματος θέρμανσης	ΝΑΙ
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης	Είναι συμπληρωμένα
Σύστημα διανομής	
Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών	1
Διέλευση δικτύου διανομής θερμού μέσου	Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς
Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου	χωρίς μόνωση
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	
Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	200.00
Θερμοκρασία θερμικού μέσου	Υψηλή (90-70°C)
Στοιχεία σεραγωγίων	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.880
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα εκπομπής	
Παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας θερμικών μονάδων f_rad	0.90
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας f_lm	0.97
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας θερμικών μονάδων (f_hydr)	1.00
Βλάβες και κακοσυντήρηση θερμικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)	ΝΑΙ
Τύπος θερμικής μονάδας	Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.910
Κόστος (€)	0.00
Βοηθητικά συστήματα	
Ειδική εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)	0.00

Εικόνα 33: Στοιχεία συστήματος θέρμανσης του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4M KENAK

Τα άλλα δύο κτίρια (κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ, αποδυτήρια Α'), δεν χρησιμοποιούν τον ίδιο λέβητα με το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ. Συγκεκριμένα για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών χρησιμοποιούν τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικές σόμπες) συνολικής ισχύος 10 KW το κάθε κτίριο. Όπως αποδείχτηκε και από την μελέτη θερμικών απωλειών (υποενότητα 4.6) η ισχύς αυτή δεν είναι αρκετή για την κάλυψη των πλήρους θερμικών αναγκών των δύο κτιρίων. Ενδεικτικά παρατίθενται τα στοιχεία που περάστηκαν για τις τοπικές ηλεκτρικές μονάδες του κτιρίου αποδυτήρια Α' (Εικόνα 34, 35).

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης														
Τύπος	Πραγματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για χωρίς λέβητα/μόνο για λέβητα)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο)	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογισμένη ισχύς (KW)	Πραγματικός βαθμός απόδοσης ηg1	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης ηg2	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης ηg1	Εντελεσμένη μόνωση	Πραγματικός βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος συνολικός βαθμός απόδοσης	Κόστος (€)	Μείωση μισθίου βαθμολογίας
1	Τοπικές ηλεκτρικές	10.00		Χαρίς λέβητα/λέβητα	Ηλεκτρισμός	23.00	23.00				1.000	1.000		
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														

Εικόνα 34: Στοιχεία ηλεκτρικών μονάδων στο 4M KENAK

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης	
Επιθυμητή θερμανόμενη επιφάνεια (m²)	
Θερμανόμενη επιφάνεια (m²)	110.386
Επιθυμητός θερμανόμενος όγκος (m³)	
Θερμανόμενος όγκος (m³)	331.1560
Παρουσία συστήματος θέρμανσης	NAI
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης	Είναι συμπληρωμένο
Σύστημα διανομής	
Αριθμός ζυγίων κατακόρυφων στηλών	1
Διάμετρος δικτύου διανομής θερμού μέσου	Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς
Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου	μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (KW)	
Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (KW)	10.00
Θερμοκρασία θερμού μέσου	Υψηλή (90-70°C)
Στοιχεία αεραγωγίων	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.955
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα εκπομπής	
Παράγοντας απαιτούμενης ακριβούς τερματικών μονάδων f_rad	1.00
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας f_m	0.97
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας τερματικών μονάδων (f_hyd)	1.00
Βλάβες και κακοσυντήρηση τερματικών μονάδων (σε πηλιά κτίρια)	OXI
Τύπος τερματικών μονάδων	Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.938
Κόστος (€)	0.00
Βοηθητικά συστήματα	
Ειδική εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m²)	0.00

Εικόνα 35: Στοιχεία συστήματος θέρμανσης των αποδυτηρίων Α' στο 4M KENAK

Την ψύξη του κτιρίου δεν εξυπηρετεί κάποιο σύστημα για τους καλοκαιρινούς μήνες αν και τα ψυκτικά φορτία είναι σημαντικά όπως προέκυψε και στην υποενότητα 4.6.

4.8 Εσωτερικά Κέρδη

Τα εσωτερικά κέρδη του Αθλητικού Κέντρου θεωρήθηκε ότι προέρχονται από τους λαμπτήρες αλογόνου φωτεινής δραστηριότητας 25lm/watt και από τις ηλεκτρικές θερμαντικές μονάδες συνολικής ισχύος 20KW όπως αναλύθηκαν στην υποενότητα 4.7.

Οι λαμπτήρες που ήδη υπάρχουν έχουν εγκατεστημένη ισχύ 23KW για το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ, 5KW για το κλειστό γυμναστήριο ενόργανης-βαρών και 1,5KW για τα αποδυτήρια

Α'. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 2017 η στάθμη φωτισμού των κλειστών γυμναστηρίων είναι στα 300 lx ενώ για τα αποδυτήρια Α' σύμφωνα με την κατηγορία των κοινόχρηστων λουτρών στα 200 lx .

Ενδεικτικά παρουσιάζονται (Εικόνα 36) τα στοιχεία φωτισμού που περάστηκαν για το κτίριο αποδυτηρίων Α' όπως περάστηκαν στο πρόγραμμα 4M KENAK.

Φωτισμός	
Χρήση	Λουτρό
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	25.00
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	706.47
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m²)	14.08
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Χειροκίνητος έλεγχος φυσικού φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΟΧΙ
Φωτισμός ασφαλείας	ΟΧΙ
Εφεδρικό σύστημα	
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	1.5542
Επιθυμητή περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	0
Περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	69
Κόστος (€)	0.00

Εικόνα 36: Στοιχεία φωτισμού των αποδυτηρίων Α' στο 4M KENAK

4.9 Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης

Το σύστημα ZNX του Αθλητικού Κέντρου βρίσκεται στο κτίριο αποδυτήρια Α' και στο κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ στον χώρο των αποδυτηρίων Β'. Αποτελείται από τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες νερού (Ηλεκτρικούς Θερμοσίφωνες) συνολικής ισχύος εγκατάστασης 269,93 KW όπως υπολογίστηκε από το πρόγραμμα 4M KENAK σύμφωνα με τη χρήση και τα τετραγωνικά του χώρου.

Α/Α	Τύπος λέβητα (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ισχύς μλέτης (KW)	Υπολογιστικό βαθμός απόδοσης	Προσβατικό βαθμός απόδοσης	Υπολογιστικό βαθμός υπερθέρμανσης	Υπολογιστικό βαθμός μόνωσης	Συντελεστής απόδοσης ή COP	Καύσιμο	Συντελεστής απόδοσης ή COP	Ταποθέτ. Κόστος (€)	Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης	Κακοσυντήρητα ενυδάκτα (Παλιά κτίρια)
1	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	269.93	1.000	1.000				Ηλεκτρισμός	1.000			
2													
3													
4													
5													

Εικόνα 37: Στοιχεία Συστήματος ZNX στο 4M KENAK

4.10 Αρχική Κατανάλωση Ενέργειας

Λαμβάνοντας υπόψη το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου, τα χαρακτηριστικά του κελύφους, τα εσωτερικά κέρδη, τα συστήματα λειτουργίας καθώς και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μέσω της εφαρμογής 4M KENAK οι οποία κάνει τους υπολογισμούς με χρήση του λογισμικού TEE-KENAK προκύπτει η παρακάτω κατανάλωση ενέργειας :

Πίνακας 8: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση από έκθεση αναφοράς

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	79.4	61.9	45.3	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	46.5	68.6	329.1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	25.9	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ύγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	40.9	37.0	40.9	39.6	40.9	39.6	40.9	40.9	39.6	40.9	39.6	40.9	481.8
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	107.6
Βοηθητικά συστήματα	8.1	7.3	8.1	7.9	8.1	10.0	10.3	10.3	7.9	8.1	7.9	8.1	102.3
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	137.4	115.2	103.4	72.5	58.0	76.3	86.1	83.5	56.4	62.3	95.4	126.7	1073.2

Παρατηρείται ότι η κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση είναι ίση με 1073,2 kWh/m² και για τα τρία κτίρια μαζί, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας χρειάζεται για την κάλυψη αναγκών ζεστού νερού χρήσης (ZNX) και μετά θέρμανσης. Το γεγονός αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς το υπό εξέταση Αθλητικό Κέντρο βρίσκεται στην Κοζάνη η οποία ανήκει στην κλιματική κατηγορία Δ (σύμφωνα με την TOTEE 1 - 2010).

Για την λειτουργία του φωτισμού απαιτείται σημαντικά πιο μικρό ποσοστό ενέργειας σε σχέση με τη θέρμανση και το ZNX του κτιρίου.

Για την τελική ενεργειακή κατάταξη όμως σε μία μελέτη τον κύριο ρόλο έχει η πρωτογενής ενέργεια που καταναλώνεται για την λειτουργία ενός κτιρίου. Η πρωτογενής ενέργεια στην ουσία

είναι η ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή της ενέργειας ανά τελική χρήση που υπολογίστηκε πιο πάνω (Πίνακας 8).

Έτσι όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα μέσω του προγράμματος 4M KENAK προκύπτει ότι το παρόν κτίριο κατατάσσεται, με συνολική πρωτογενή ενέργεια ανά τελική χρήση ίση με 2447,08kWh/m², στην ενεργειακή κατηγορία ‘Ζ’.



Εικόνα 38: Αποτέλεσμα ενεργειακής κατάταξης από Τεχνική αναφορά του 4M KENAK

Κεφάλαιο 5: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

5.1 Αλλαγές Στο Κέλυφος

Έχοντας ως στόχο την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και την δημιουργία ενός ευχάριστου εσωτερικού κλίματος στις εγκαταστάσεις του Αθλητικού Κέντρου, έγινε προσπάθεια περιορισμού των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ των κτιρίων και του περιβάλλοντος στο ελάχιστο δυνατό, χωρίς αυτές οι αλλαγές να επηρεάσουν τις συνθήκες ποιότητας και άνεσης των αθλητών προς το χειρότερο.

Στο σενάριο αυτό λοιπόν, θα εξεταστούν 3 αλλαγές στο κέλυφος του κτιρίου:

1. Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης
2. Προσθήκη θερμομόνωσης στην οροφή των κτιρίων
3. Αντικατάσταση υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Όσον αφορά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης το υλικό το οποίο επιλέχθηκε είναι ο υαλοβάμβακας. Ο υαλοβάμβακας έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,039$ και θερμική αντίσταση $R=3,077$. Το πάχος d το οποίο επιλέχθηκε είναι στα 12εκ. Με αυτή την προσθήκη το νέο U_i για την εξωτερική τοιχοποιία και για τα τρία κτίρια από 3,4 W/m²K γίνεται 0,286 W/m²K όπως υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}}$$

R_{si} : θερμική αντίσταση τοίχου

d_j : πάχος υλικού θερμομόνωσης

λ_j : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας θερμομόνωσης

R_{se} : θερμική αντίσταση θερμομόνωσης

Ακόμα για τη θερμομόνωση της οροφής των τριών κτιρίων επιλέχθηκε το υλικό εξηλασμένη πολυστερίνη (roofmate) η οποία αντίστοιχα έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,033$ και

θερμική αντίσταση R=3,636. Το πάχος για τη θερμομόνωση επιλέχθηκε να είναι στα 12εκ. ενώ το κενό αέρος στο ψηλότερο σημείο της στέγης είναι 30 εκ.. Έτσι το νέο U των οροφών από 3,7 W/m2K πήγε στο 0,186 W/m2K όπως υπολογίστηκε από τον τύπο (2.5) της TOTEE 20701 – 2 2017:

$$Uu = \frac{1}{Rj + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R\delta + Ru + Ra}$$

n [-] το πλήθος στρώσεων της οροφής

d [m] το πάχος κάθε στρώσης της οροφής

λ [W/(m·K)] συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κάθε υλικού της οροφής

Rδ [m²·K/W] θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα

Ri [m²·K/W] αντίσταση θερμικής μετάβασης του αέρα από τον εσωτερικό χώρο προς την οριζόντια οροφή

Ru [m²·K/W] αντίσταση θερμικής μετάβασης του στρώματος αέρα μεταξύ οροφής και στέγης

Ra [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης του στρώματος αέρα μεταξύ οροφής και εξωτερικού περιβάλλοντος.

Όσον αφορά τα παράθυρα μεταλλικού πλαισίου με μονό υαλοπίνακα, και τις μεταλλικές πόρτες όπως αναφέρθηκε και στην υποενότητα 4.3 αυτά αντικαταστάθηκαν εφαρμόζοντας νέους τριπλούς (2 απλά τζάμια, 1 ενεργειακό τζάμι) υαλοπίνακες με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπικότητας (Ug=0,6 και Ψg = 0.06) και τα νέα κουφώματα κράματος αλουμινίου Exalco Albio 109C super thermo με Uf = 1,5 W/m2K οι απώλειες θερμικής ενέργειας περιορίστηκαν δραστικά. Λόγω διαφορετικών διαστάσεων δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος συντελεστής θερμοπερατότητας. Έτσι έχοντας περάσει τους συντελεστές των υλικών αυτών στο πρόγραμμα GCAD, όταν έγινε χρήση του 4M KENAK, το πρόγραμμα υπολόγισε μόνο του τους συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε ένα κούφωμα ξεχωριστά.

Παρακάτω παραθέτονται τα νέα στοιχεία κελύφους όπως περάστηκαν στο πρόγραμμα 4M-KENAK και για τα τρία κτίρια (Εικόνα 39, 40, 41) όπου T2 είναι οι εξωτερικοί τοίχοι, O1 οι οροφές, Δ2 τα δάπεδα, A1 και A2 πόρτες, A4 και A5 παράθυρα και E1 οι εσωτερικοί τοίχοι:

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός (°)	Προσανατολισμός (°)	Αριθμός υαλοπίνακα	Αριθμός μονής	Συντελεστής U (W/m ² K)	Υπολογισμένο Μήκος Συντακτικής U (m/m ²)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Επιφ. (m ²)	Απόσπ. (m ²)	Επιφ. (m ²)	Συντελεστής U	Γενικός Μέσος Θερμοπερατότητα	Καθαρός όγκος	Βάθος δόρασης πλαισίου (m)
3	T2	90	A	ΕΠ	0.296	0.296	6.85	3	20.55	1	20.55		20.55				
4	T2	0	B	ΕΠ	0.296	0.296	19.65	3	58.95	1	58.95		58.95				
5	T2	270	Δ	ΕΠ	0.296	0.296	4.45	3	13.35	1	13.35		13.35				
6	T2	0	B	ΕΠ	0.296	0.296	0.30	3	0.90	1	0.90		0.90				
7	T2	270	Δ	ΕΠ	0.296	0.296	2.45	3	7.35	1	7.35		7.35				
8	T2	0	B	ΕΠ	0.296	0.296	7.15	3	21.45	1	21.45		21.45				
9	T2	270	Δ	ΕΠ	0.296	0.296	6.20	3	18.60	1	18.60	6.38	12.22				
10	A2	270	Δ	ΕΠ	A	1.5	1.500	2.90	2.20	6.38	1	6.38		6.38		Δ1	
11	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00			
12	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	3.40	3	10.20	1	10.20		10.20			
13	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	10.55	3	31.65	1	31.65		31.65			
14	T2	270	Δ	ΕΠ		0.296	0.296	6.25	3	18.75	1	18.75	7.48	11.27			
15	A1	270	Δ	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74		3.74		Δ2	
16	A1	270	Δ	ΕΠ	A	1.5	1.500	1.70	2.20	3.74	1	3.74		3.74		Δ3	
17	T2	180	N	ΕΠ		0.296	0.296	26.70	3	86.10	1	86.10	6.38	79.72			
18	A2	180	N	ΕΠ	A	1.5	1.500	2.90	2.20	6.38	1	6.38		6.38		N1	
19	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	6.20	3	18.60	1	18.60		18.60			
20	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00			
21	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00			
22	T2	90	A	ΕΠ		0.296	0.296	7.60	3	21.00	1	21.00		21.00			
23	Δ2		E	ΦΕ		0.580	0.240	1.80	906.5	1	906.5		906.5				3.00
24	Δ2	E	E	ΜΟΚ		0.580	0.580	1.80	21.26	1	21.26		21.26	0.806	ΥΠΟΓΕΙΟ		3.00
25	Δ2		E	ΦΕ		0.580	0.330	1.80	85.19	1	85.19		85.19				3.00
26	Δ2		E	ΦΕ		0.580	0.330	1.80	37.50	1	37.50		37.50				3.00
27	O1	O	O	ΕΠ		0.186	0.186	1.80	1094.	1	1094.		1094.				

Εικόνα 39:Νέα στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου στο 4M-KENAK

Είδ. Είδη	Προσανατολ. (°)	Παρενοποίηση	Γωνιών ελαφρ.	Αριθρ. μολ.	Συντελεστής U (W/m²K)	Προλογ. ζώνη Συντελεστής U (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Είδη	Συν. Επιφ. (m²)	Αερο. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υψοσ. (m²)	Συνολ. ρεόμενος ε.β.	Γαλανός ΜΟΧ ή Θερμοκόπτο	Καθικός ανάλογος	Εξόχ. ύψους πλάτος 1 (m)
3	T2	270	Δ	ΕΠ	0.286	0.286	6.20	3	18.60	1	18.60		18.60				
4	T2	180	Ν	ΕΠ	0.286	0.286	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30				
5	Δ2			ΦΕ	0.580	0.330	1.00	98.46	98.46	1	98.46		98.46				3.00
6	O1	O	O	ΕΠ	0.186	0.186	1.00	104.3	104.3	1	104.3		104.3				
7	T2	0	Β	ΕΠ	0.286	0.286	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30				
8	T2	270	Δ	ΕΠ	0.286	0.286	8.40	3	25.20	1	25.20		25.20				
9	E1	E	E	ΜΟΧ	0.70	0.700	17.10	3	51.30	1	51.30		51.30	0.375	ΑΠΟΘΗΚΗ		
10	T2	90	Α	ΕΠ	0.286	0.286	8.40	3	25.20	1	25.20		25.20				
11	Δ2			ΦΕ	0.580	0.330	1.00	135.8	135.8	1	135.8		135.8				3.00
12	O1	O	O	ΕΠ	0.186	0.186	1.00	142.2	142.2	1	142.2		142.2				

Εικόνα 40: Νέα στοιχεία κελύφους του κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρών στο 4M-KENAK

Είδ. Είδη	Προσανατολ. (°)	Παρενοποίηση	Γωνιών ελαφρ.	Αριθρ. μολ.	Συντελεστής U (W/m²K)	Προλογ. ζώνη Συντελεστής U (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Είδη	Συν. Επιφ. (m²)	Αερο. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υψοσ. (m²)	Συνολ. ρεόμενος ε.β.	Γαλανός ΜΟΧ ή Θερμοκόπτο	Καθικός ανάλογος	Εξόχ. ύψους πλάτος 1 (m)
3	A4	180	Ν	ΕΠ	A	0.63	0.630	0.75	2.00	1.50	1	1.50	1.50			Π2	
4	A4	180	Ν	ΕΠ	A	0.63	0.630	0.75	2.00	1.50	1	1.50	1.50			Π3	
5	T2	90	Α	ΕΠ	A	0.286	0.286	18.55	3	55.65	1	55.65	54.96	48.69			
6	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.580	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A1	
7	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.580	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A2	
8	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.580	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A3	
9	A1	90	Α	ΕΠ	A	1.5	1.580	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			A4	
10	T2	0	Β	ΕΠ	A	0.286	0.286	5.25	3	15.75	1	15.75	3.74	12.01			
11	A1	0	Β	ΕΠ	A	1.5	1.580	1.70	2.20	3.74	1	3.74	3.74			B1	
12	Δ2			ΦΕ	0.580	0.330	1.00	98.37	98.37	1	98.37		98.37				3.00
13	O1	O	O	ΕΠ	0.186	0.186	1.00	110.3	110.3	1	110.3		110.3				

Εικόνα 41: Νέα στοιχεία κελύφους αποδυτηρίων Α' στο 4M-KENAK

5.2 Υπολογισμός Νέων Απωλειών και Ψυκτικών Φορτίων Των Χώρων

Μετά τις αλλαγές που εφαρμόστηκαν στο κέλυφος των κτιρίων, η επόμενη αναγκαία κίνηση για μια πιο ξεκάθαρη εικόνα του χώρου ήταν να υπολογιστούν εκ νέου οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία τους.

Για να γίνει αυτό έγινε και πάλι χρήση του σχεδιαστικού-υπολογιστικού προγράμματος FINE όπως προαναφέρθηκε και στην υποενότητα 4.6, ξαναορίστηκε ο κάθε χώρος ξεχωριστά μέσα στην κάτοψη και υπολογίστηκαν οι νέες θερμικές απώλειες και τα νέα ψυκτικά φορτία. Τα αποτελέσματα είναι αρκετά ενθαρρυντικά καθώς μειωθήκαν πάρα πολύ σε σχέση με τις αρχικές συνθήκες όπως φαίνεται αναλυτικά και παρακάτω (Εικόνα 42, 43).

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : υρογειο

Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 0

Επίπεδο : isogeio

1	ΓΗΠΕΔΟ ΜΠΑΣΚΕΤ	:	28273
2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	1041
3	ΑΠΟΔΗΤΗΡΙΑ ΓΗΠΕΔΟΥ	:	2740
4	ΧΩΡΟΣ ΒΑΡΩΝ	:	3463
5	ΑΠΟΘΗΚΗ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	:	1383
6	ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΟΡΓΑΝΗ	:	4548
7	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΔΙΑΙΤΗΤΩΝ	:	909
8	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΩΝ	:	1079
9	WC1	:	719
10	ΓΡΑΦΕΙΑ	:	672
11	ΝΤΟΥΖ 1	:	163
12	WC2	:	191
13	ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΤΟΥΖ	:	534
14	ΝΤΟΥΖ 2	:	325
15	WC 3	:	326
16	ΤΑΜΕΙΟ	:	252
17	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ	:	504
Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου			: 47123
Άθροισμα Απωλειών Χώρων			: 47123
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου			: 47132

Εικόνα 42:Νέες θερμικές απώλειες χώρων από FINE

Συνεπικρατικό Φορτίο Κτιρίου

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
23 ΙΟΥΛ	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5
24 ΑΥΓ.	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4

Εικόνα 43:Νέα Ψυκτικά φορτία χώρων από FINE

5.3 Αλλαγές στο σύστημα Θέρμανσης-Ψύξης

Μετά τον εκ νέου υπολογισμό θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων που αναλύθηκε στην προηγούμενη υποενότητα 5.2, προέκυψε ότι οι θερμικές απώλειες για το κλειστό γυμναστήριο μπάσκει από 190,852 KW μειώθηκαν στα 32,54 KW, για το κλειστό γυμναστήριο ενόργανης-βαρών από 59,828 KW στα 9,394 KW και στο κτίριο αποδυτηρίων Α' από 26,941 KW στα 5,674 KW.

Αποφασίστηκε λοιπόν να καταργηθούν οι ηλεκτρικές θερμαντικές μονάδες στα κτίρια ενόργανης-βαρών και αποδυτηρίων Α', αλλά και ο λέβητας πετρελαίου του κλειστού γηπέδου μπάσκει.

Τη θέση αυτών για να καλυφθούν οι θερμικές ανάγκες των κτιρίων θα πάρουν τρεις νέες γεωθερμικές αντλίες, μία για κάθε κτίριο ξεχωριστά. Η Γεωθερμία αποτελεί μία από τις πλέον πιο βιώσιμες εναλλακτικές πηγές ενέργειας η οποία άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως μόλις τα τελευταία χρόνια, καθώς παρόλο το σχετικά μεγάλο κόστος της εγκατάστασης η απόσβεση κυρίως σε μεγάλα κτίρια όπως και στη δική μας περίπτωση έρχεται αρκετά σύντομα.

Για την κατάλληλη επιλογή μεγέθους των αντλιών έγινε μία προσαύξηση των απωλειών των χώρων της τάξης του 20%. Έτσι μετά από έρευνα στην αγορά για το κλειστό γυμναστήριο μπάσκει επιλέχθηκε μία γεωθερμική αντλία ισχύος 46KW, για το κλειστό γυμναστήριο ενόργανης-βαρών μία αντλία ισχύος 12 KW και για τα αποδυτήρια Α' αντλία ισχύος 8 KW τα χαρακτηριστικά των οποίων σύμφωνα με τον κατασκευαστή παρατίθενται στην παρακάτω Εικόνα 44 όπως περάστηκαν στο υπολογιστικό πρόγραμμα 4M KENAK.

	Είδος	Ποσμομετρική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για)	Τύπος Α.Θ. (μόνο για)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο)	Ενεργειακή σήμανση (ΕΣ) λέβητα/Α.Θ.	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογιστική ισχύς (KW)	Β. Απόδοσης ησΑθ-Λεβ. με ησΑθ-Λεβ. χωρ	Επιθυμητός εποχιακός βαθμός απόδοσης	Υπολογιζόμενο βαθμός απόδοσης ησΚΘ=ησΑθ x f ησ1	Υπολογιζόμενο βαθμός υπερδύναμης ησΚΘ=ησΑθ x f ησ1
1	Γεωθερμική	A46.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	40.00	40.00	5.000		4.650	1.000
2	Γεωθερμική	A12.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	12.00	12.00	5.000		4.650	1.000
3	Γεωθερμική	A8.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	7.00	7.00	5.000		4.650	1.000

Εικόνα 44: Χαρακτηριστικά γεωθερμικών αντλιών για θέρμανση στο 4M KENAK

Όσον αφορά την ψύξη των χώρων αυτή θα την αναλάβουν επίσης οι γεωθερμικές αντλίες καθώς είναι και για λειτουργία ψύξης τους μήνες που χρειάζεται (Ιούνιος-Ιούλιος-Αύγουστος). Τα χαρακτηριστικά τους για την ψύξη παρατίθενται στην Εικόνα 45 όπως επίσης περάστηκαν στο 4M KENAK.

	Είδος	Ψυχόμενο Μέσο	Ενεργειακή σήμανση	Βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER ή	Ονομαστική ψυκτική ισχύς (KW)	Καύσιμο	Τεχνολογία ψυκτική η Α.Θ.	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογιζόμενη ισχύς (KW)	Υπολογιζόμενο βαθμός απόδοσης SEER
1	Γεωθερμική	A	Απ. εκτόνωση	Ναι	3.000	35.00	Ηλεκτρισμός	Άλλος αερόψι		1.80
2	Γεωθερμική	A	Απ. εκτόνωση	Ναι	3.000	10.00	Ηλεκτρισμός	Άλλος αερόψι	10.00	1.80
3	Γεωθερμική	A	Απ. εκτόνωση	Ναι	3.000	8.00	Ηλεκτρισμός	Άλλος αερόψι	8.00	1.80

Εικόνα 45: Χαρακτηριστικά γεωθερμικών αντλιών για ψύξη στο 4M KENAK

Επιπλέον τα παλιά θερμαντικά σώματα του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκει καταργήθηκαν και στη θέση τους μπήκαν μονάδες fancoil. Το ίδιο έγινε και για τα άλλα δύο κτίρια. Τα fancoil δίνουν τη δυνατότητα σε συνδυασμό με τις γεωθερμικές αντλίες να χρησιμοποιηθούν και για ψύξη και για θέρμανση του χώρου, γεγονός το οποίο εξοικονομεί πόρους και χώρο.

Τα συστήματα και για τα τρία κτίρια έχουν συντελεστή απόδοσης για εκπομπή ίσο με 0,98 και διανομή ίσο με 0,959 όσον αφορά την ψύξη, ενώ για θέρμανση 0,979 και 0,965 αντίστοιχα.

5.4 Αλλαγές Στα Εσωτερικά Κέρδη

Όπως αναλύθηκε στην υποενότητα 4.8 τα εσωτερικά κέρδη των κτιρίων προέρχονται από τους λαμπτήρες αλογόνου φωτεινής δραστηριότητας 25lm/watt και από τις ηλεκτρικές θερμαντικές μονάδες(σόμπες).

Για την μείωση της κατανάλωσης των κτιρίων από τα εσωτερικά κέρδη οι παλιοί λαμπτήρες αλογόνου αντικαταστάθηκαν με καινούργιες λάμπες LED φωτεινής δραστηριότητας 60lm/watt ενώ οι ηλεκτρικές θερμαντικές μονάδες καταργήθηκαν. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η εγκατεστημένη ισχύ των λαμπτήρων για το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ από 23KW να πέσει στα 9,1 KW, για το κλειστό γυμναστήριο ενόργανης-βαρώνας από 5KW να μειωθεί στα 2,1KW και για τα αποδυτήρια Α' από 1,5KW στα 0,93KW (Εικόνα 46, 47, 48). Επιπλέον προστέθηκαν αυτοματισμοί ελέγχου του φωτισμού και αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης για την περαιτέρω καλύτερη εξοικονόμησης ενέργειας.

Φωτισμός	
Χρήση	Κλειστό γυμναστήριο
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	60.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού	300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	OXI
Φωτισμός ασφαλείας	NAI
Εφεδρικό σύστημα	NAI
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	9.1933

Εικόνα 46: Νέα στοιχεία φωτισμού του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4M KENAK

Φωτισμός	
Χρήση	Κλειστό γυμναστήριο
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	60.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού	300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	OXI
Φωτισμός ασφαλείας	NAI
Εφεδρικό σύστημα	NAI
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	2.0994

Εικόνα 47: Νέα στοιχεία φωτισμού του κλειστού γυμναστηρίου ενόργανης-βαρώνας στο 4M KENAK

Φωτισμός	
Χρήση	Λουτρό
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	60.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού	300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m²)	8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΟΧΙ
Φωτισμός ασφαλείας	ΝΑΙ
Εφεδρικό σύστημα	ΝΑΙ
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	0.9272

Εικόνα 48: Νέα στοιχεία φωτισμού των αποδυτηρίων Α' στο 4M KENAK

5.5 Αλλαγές στο σύστημα ZNX

Το παλιό σύστημα ZNX θα καταργηθεί και στη θέση του θα εγκατασταθούν ηλιακοί θερμοσίφωνες τριπλής ενέργειας μετά από έρευνα αγοράς.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες τριπλής ενέργειας επιλέχθηκαν καθώς πέρα της θέρμανσης του νερού από τον ήλιο, υπάρχει η δυνατότητα θέρμανσής του με ρεύμα, όπως ένας απλός ηλεκτρικός θερμοσίφοντας, σε περίπτωση που δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια ώστε να καλύψει τις ανάγκες του Αθλητικού Κέντρου. Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα να θερμανθεί το νερό και από τις γεωθερμικές αντλίες καθώς οι ηλιακοί αυτοί έχουν επιπλέον είσοδο στον ταμιευτήρα νερού τους όπου επιτρέπουν στο θερμό μέσο της αντλίας να θερμάνει και αυτή το νερό.

Έτσι θα εγκατασταθούν στο κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ συνολικά 10 ηλιακοί θερμοσίφωνες των 250 λίτρων χωρητικότητας νερού έκαστος και αντίστοιχα 4 στο κτίριο αποδυτήρια Α'.

Παρακάτω (Εικόνα 49, 50) παρουσιάζονται ενδεικτικά τα στοιχεία των συστημάτων των ηλιακών για το κλειστό γήπεδο μπάσκετ όπως περάστηκαν στο 4M KENAK.

	Τύπος μονάδας	Πραγματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Τύπος Α.Θ. (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ενεργειακή σήμανση (ΕΣ) λέβητα/Α.Θ.	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογισμός ισχύς (KW)	Β. Απόδοσης ηλιακού συστήματος (ns _g -λεβ. με ηλιακό) (%)	Επιθυμητός εποχιακός βαθμός απόδοσης	Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης (ns _K Θ=ηλιακό ηλιακό)	Υπολογιζόμενος βαθμός υπερδιασασίας (ηλιακό ηλιακό)
1	Τοπικός ηλεκτρικός	6.00	Χωρίς λέβητα	Χωρίς Α.Θ.	Χωρίς λέβητα			8.66	1.000		1.000	
2	Αντλία θερμότητας	44.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωση	Χωρίς λέβητα	Ναι	40.00	40.00	5.010		4.659	1.000

Εικόνα 49: Στοιχεία υποσυστημάτων ZNX κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4M KENAK

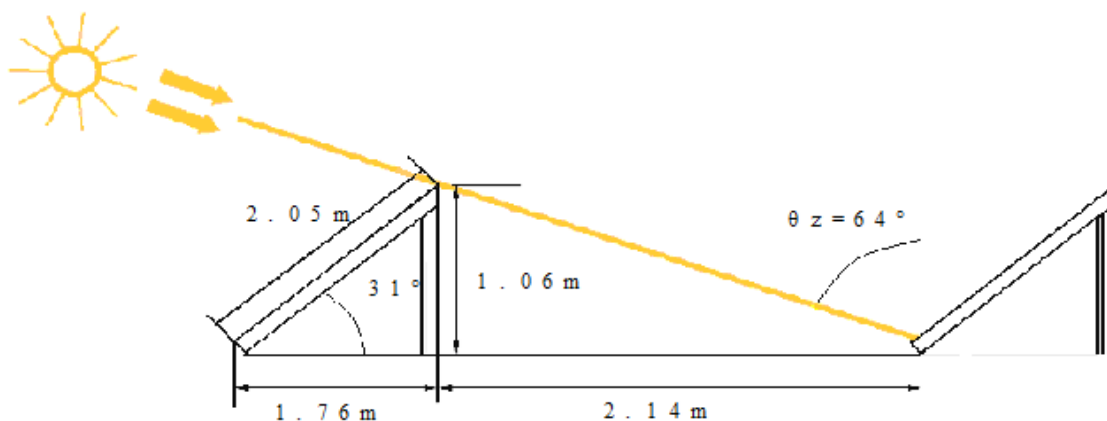
Ηλιακός Συλλέκτης	
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)	40.00
Μήκος συλλέκτη (m)	2.05
Τύπος ηλιακών συλλεκτών	Επιλεκτικός
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση	0.000
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ZNX	0.728
Προσανατολισμός (°)	180
Προσανατολισμός	N
Κλίση (°)	31.00
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης	0.81
Ποσοστό Ηλιακών Συλλεκτών που χρησιμοποιείται για θέρμανση (%)	0.00
Ελάχιστη απόσταση συλλεκτών (m)	3.90

Εικόνα 50: Στοιχεία ηλιακού συλλέκτη του συστήματος ZNX κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ στο 4M KENAK

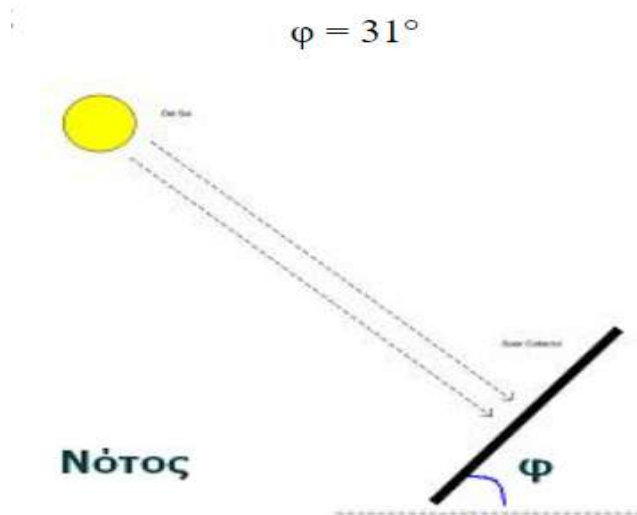
5.6 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος Με Net-Metering

Παρόλο που μειώθηκαν κατά πολύ οι ενεργειακές απαιτήσεις του Αθλητικού Κέντρου, παραμένει ακόμα ένα σημαντικό ποσό ενέργειας που χρειάζεται για την λειτουργία του. Αυτή η ενέργεια πρέπει να παραχθεί κατά τη διάρκεια ενός έτους από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Φωτοβολταϊκά) για να μπορέσει το κτίριο να πλησιάσει τα πρότυπα ενός κτιρίου σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης n-ZEB. Εδώ να τονιστεί ότι τα φωτοβολταϊκά δε θα εγκατασταθούν με σκοπό να γίνει το κτίριο αποκλειστικά αυτόνομο, αλλά με σκοπό να συνδεθούν στο δίκτυο έτσι ώστε η ενέργεια που παράγεται να συμψηφίζεται με την ενέργεια που αγοράζεται από τον πάροχο. Ακόμα η ιδέα για την εγκατάσταση ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος απορρίφθηκε καθώς θα συνέφερε μόνο εάν υπήρχε ο χώρος να μούνε αρκετά ηλιακά πάνελ ώστε να καλυφθούν όλα τα φορτία αλλά κι αυτό με κάποια ερωτηματικά. Έτσι όχι μόνο εξασφαλίζουμε στο Αθλητικό Κέντρο μία κάποια σταθερότητα, καθώς τις μέρες που τα φωτοβολταϊκά δεν θα αποδίδουν λόγω μη ευνοϊκών καιρικών συνθηκών το ρεύμα θα αγοράζεται από το κεντρικό δίκτυο και τις μέρες που παράγουν μεγάλα ποσά ενέργειας θα πουλάνε ενέργεια στο δίκτυο, αλλά αποφεύγουμε και το κόστος μιας εγκατάστασης που για την ποσότητα ενέργειας που θα χρειαζόταν να αποθηκεύσουμε, το κόστος για τις μπαταρίες θα ήταν απαγορευτικό από κάθε άποψη σύμφωνα με τα μέχρι τώρα οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα.

Έτσι ο τύπος φωτοβολταϊκών που επιλέχθηκε είναι τα μονοκρυσταλικά με βαθμό απόδοσης ίσο με 0,2 και ισχύς 0,6KW το κάθε ένα. Η συνολική ισχύς τους και για τα τρία κτίρια θα είναι 21 KW, ο προσανατολισμός τους θα είναι νότιος (180°) με βέλτιστη γωνία κλίσης τις 31° (Εικόνα 52). Ακόμα βάση της ζενιθιακής γωνίας (θ_z) η οποία υπολογίστηκε από το πρόγραμμα 4M KENAK, η απόσταση μεταξύ των σειρών πάνελ θα πρέπει να είναι στα 2,14 μέτρα για την αποφυγή σκιάσεων μεταξύ τους (Εικόνα 51).



Εικόνα 51: Απόσταση μεταξύ σειρών πάνελ από την τεχνική έκθεση



Εικόνα 52: Γωνία κλίσης φωτοβολταϊκών και προσανατολισμός

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά την κατανομή, 17 πάνελ με συνολική ισχύ 10,2 KW θα τοποθετηθούν στο κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ για κάλυψη μέρους των φορτίων, ενώ από 9 πάνελ με ισχύ 5,4KW θα τοποθετηθούν στα κτίρια αποδυτήρια Α' και κλειστό γυμναστήριο ενόργανης-βαρών αντίστοιχα.

Ενδεικτικά παρατίθενται τα στοιχεία των φωτοβολταϊκών πάνελ που τοποθετήθηκαν στο κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ όπως περάστηκαν στο 4M KENAK (Εικόνα 53).

		Φωτοβολταϊκά
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)		25.47
Ισχύς (kW)		5.40
Βαθμός απόδοσης		0.20
Προσανατολισμός (°)		180
Προσανατολισμός		N
Κλίση (°)		31.00
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης		1.00
Κόστος (€/kW)		0.00
Σύνδεση		Με συμφητισμό

Εικόνα 53: Στοιχεία Φ/Β κλειστού γηπέδου μπάσκετ στο 4M KENAK

5.7 Ενεργειακή Κατάταξη Σεναρίου

Λαμβάνοντας υπόψη τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά του κελύφους, τα εσωτερικά κέρδη, τα συστήματα λειτουργίας, την προσθήκη ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά, γεωθερμικές αντλίες, ηλιακοί θερμοσίφωνες), το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου, καθώς και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μέσω της εφαρμογής KENAK προκύπτει η παρακάτω κατανάλωση ενέργειας :

Πίνακας 9: Τελική κατανάλωση ενέργειας σεναρίου ανά τελική χρήση από έκθεση αναφοράς

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.10	7.60	6.90	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	6.20	8.30	46.90
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	10.00	10.70	10.50	3.30	0.00	0.00	0.00	38.00
ZNX	5.00	4.40	6.00	7.70	6.40	4.60	4.00	3.90	5.00	2.80	2.10	3.40	55.20
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	2.00	2.10	2.80	3.20	3.70	4.10	4.30	4.10	3.40	2.70	2.00	1.70	36.10
Φωτισμός	4.10	3.70	4.10	3.90	4.10	3.90	4.10	4.10	3.90	4.10	3.90	4.10	47.70
Φωτοβολταϊκά	1.20	1.20	1.70	1.90	2.20	2.50	2.50	2.40	2.00	1.60	1.20	1.00	21.50
Σύνολο	18.20	15.70	17.00	16.40	13.90	18.50	18.70	18.50	12.20	10.70	12.20	15.80	187.8

Συγκρίνοντας τον πίνακα 9 με τον πίνακα 8 βλέπουμε ότι στη θέρμανση και στο ZNX η ετήσια κατανάλωση μειώθηκε σχεδόν στο 1/7 της αρχικής κατανάλωσης και στον φωτισμό η ετήσια κατανάλωση μειώθηκε στο 1/2 της αρχικής. Τα φωτοβολταϊκά παράγουν ένα μικρό για τα δεδομένα του Αθλητικού Κέντρου ποσό ενέργειας αλλά σημαντικό για την ισοστάθμιση της κατανάλωσης. Έτσι όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα μέσω του προγράμματος 4M KENAK προκύπτει ότι το παρόν κτίριο κατατάσσεται, με συνολική πρωτογενή ενέργεια ανά τελική χρήση ίση με 482,2 kWh/m², στην ενεργειακή κατηγορία “B+”.

Ενεργειακή κατηγορία:		
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:		
EP ≤ 0,33 R _R	A+	
0,33 R _R < EP ≤ 0,5 R _R	A	
0,50 R _R < EP ≤ 0,75 R _R	B+	B+
0,75 R _R < EP ≤ 1,00 R _R	B	482.2 kWh/m ²
1,00 R _R < EP ≤ 1,41 R _R	Γ	
1,41 R _R < EP ≤ 1,82 R _R	Δ	
1,82 R _R < EP ≤ 2,27 R _R	E	
2,27 R _R < EP ≤ 2,73 R _R	Z	
2,73 R _R < EP	H	

Εικόνα 54: Αποτέλεσμα ενεργειακής κατάταξης από Τεχνική αναφορά του 4M KENAK

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα της Μελέτης

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκαν νέες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και εκπονήθηκε ενεργειακή μελέτη και ενεργειακή αναβάθμιση στο Αθλητικό Κέντρο Βελβεντού σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.) και την χρήση των προγραμμάτων 4M KENAK, GCAD και FINE. Το σχεδιαστικό πρόγραμμα GCAD κατά τον σχεδιασμό των κτιρίων και συγκεκριμένα του κλειστού γυμναστηρίου μπάσκετ δεν έδινε τη δυνατότητα ακριβής αποτύπωσης της ιδιαίτερης κλίσης που παρουσιάζουν οι τοίχοι του κτιρίου, με αποτέλεσμα να σχεδιαστούν κάθετα. Ωστόσο με κατάλληλες τροποποιήσεις στο υπολογιστικό πρόγραμμα 4M KENAK και συγκεκριμένα στον όγκο του κτιρίου, έγινε προσπάθεια προσέγγισης της πραγματικής κατάστασής του και εκτιμάται πως οι τελικοί υπολογισμοί της ενεργειακής κατανάλωσης δεν θα έχουν μεγάλη απόκλιση από τις πραγματικές.

Ένα επιπλέον συμπέρασμα με το πέρας αυτής της εργασίας, είναι πως ο KENAK δεν συνυπολογίζει παράγοντες όπως οι εσωτερικοί τοίχοι, τα εσωτερικά σκίαστρα και οι συσκευές πέραν του φωτισμού που μπορεί να υπάρχουν σε ένα κτίριο. Τα σκίαστρα στο εσωτερικό του κτιρίου (στόρια, ρολά σκίασης, κουρτίνες) μπορούν να εμποδίσουν την πρόσβαση του ηλίου στο εσωτερικό με αποτέλεσμα να μην υπάρχει φυσική θέρμανση και φωτισμός του χώρου ενώ οι εσωτερικοί τοίχοι μπορούν και αυτοί να λειτουργήσουν ως αποθήκες θερμικής ενέργειας είτε από τον ήλιο είτε και από το σύστημα θέρμανσης. Όσον αφορά τις συσκευές ενός κτιρίου μπορούν να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην τελική ενεργειακή κατανάλωση, πράγμα το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι πραγματικές ενεργειακές συνθήκες ενός κτιρίου δεν προσομοιώνονται με ακρίβεια αλλά κατά προσέγγιση με βάση τη χρήση τους.

Για τον περιορισμό των απωλειών και των τριών κτιρίων σημαντικό ρόλο έπαιξαν οι αλλαγές στο κέλυφος. Το υλικό της μόνωσης που χρησιμοποιήθηκε λόγω του χαμηλού συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και του πάχους που ορίστηκε μείωσε τις συνολικές απώλειες στο ελάχιστο δυνατό. Ακόμα όπως παρατηρούμε στα αποτελέσματα, η συνολική πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας, και στην αρχική και στην τελική κατάσταση, είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης. Αυτό συμβαίνει καθώς ένα πολύ μεγάλο μέρος των συστημάτων του Αθλητικού Κέντρου, πριν αλλά και μετά την αναβάθμιση, λειτουργεί με την χρήση ηλεκτρισμού ο οποίος έχει συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 2,9. Δηλαδή για μία μονάδα ενέργεια τελικής χρήσης χρειάζονται 2,9 μονάδες πρωτογενούς ενέργειας.

Για την ενεργειακή αναβάθμιση του Αθλητικού Κέντρου εξετάστηκαν ένα πλήθος διαφορετικών σεναρίων. Παρόλο που χρησιμοποιήθηκαν γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (σύστημα ΑΠΕ) με

υψηλό συντελεστή απόδοσης και στα τρία κτίρια αλλά και σύστημα αυτοπαραγωγής ενέργειας (φωτοβολταϊκά), σε συνδυασμό με τη χρήση μόνωσης για τον περιορισμό των απωλειών, το κτίριο κατατάχθηκε στην ενεργειακή κλάση B+ και δεν μπόρεσε να φτάσει την ενεργειακή κλάση A ή A+ώστε να θεωρηθεί σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ένας βασικός λόγος αυτού του αποτελέσματος αποτελεί η χρήση των κτιρίων και οι ενεργειακές απαιτήσεις που συνεπάγεται αυτή, καθώς για να μπορέσει το Αθλητικό Κέντρο να παράξει από μόνο του όλη την ενέργεια που απαιτεί για την λειτουργία του, θα έπρεπε να υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος χώρος ώστε να τοποθετηθεί η απαραίτητη ποσότητα φωτοβολταϊκών, πράγμα αδύνατο με τα δεδομένα του χώρου. Επιπλέον παρατηρήθηκε πως τα προγράμματα ενεργειακής κατάταξης μετά από προσπάθεια αλλά και έρευνα, δεν δίνουν τη δυνατότητα να υπολογιστεί σε μία ενεργειακή αναβάθμιση η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, πέρα των φωτοβολταϊκών και των ηλιακών συλλεκτών. Αυτό επηρέασε σε μεγάλο βαθμό το αποτελέσματα της ενεργειακής αναβάθμισης, καθώς αν δινόταν η δυνατότητα να προσομοιωθεί για παράδειγμα η τεχνολογία INVELOX βάσει των πειραματικών μετρήσεων που έχουν προκύψει στη βιβλιογραφία σε συνδυασμό με τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που βρίσκεται το Αθλητικό Κέντρο, το πρόβλημα έλλειψης χώρου για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να ξεπεραστεί και αντίστοιχα να έχουμε ένα αποτέλεσμα ακόμα πιο αποδοτικό ενεργειακά. Φαίνεται λοιπόν πως είναι απαραίτητο τα λογισμικά τα οποία υπάρχουν στην αγορά να μπορούν να συμπεριλάβουν ακόμα περισσότερες τεχνολογίες στην ενεργειακή αναβάθμιση, ή ακόμα και να δίνουν τη δυνατότητα προσομοίωσης νέων τεχνολογιών και για πειραματικούς σκοπούς. Με αυτό τον τρόπο θα είναι πολύ πιο εύκολο να εξαχθούν ολοκληρωμένα συμπεράσματα για τις νέες αυτές τεχνολογίες, όχι μόνο ως μονάδα αλλά και ως υποσύνολο ενός κτιρίου με όλες τις παραμέτρους που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοσή τους.

Βιβλιογραφία

- [1] L. Wells, B. Rismanchi, L. Aye, A review of Net Zero Energy Buildings with reflections on the Australian context, *Energy and Buildings* 158 (2018) 616– 628.
- [2] K. Peterson et al., A common definition for zero energy buildings. Prepared for the US Department of Energy by The National Institute of Building Sciences, US Department of, Energy (2015)
- [3] Y. Lu, S. Wang, K. Shan, Design optimization and optimal control of gridconnected and standalone nearly/net zero energy buildings, *Applied Energy* 155 (2015) 463–477.
- [4] M. Hu, Does zero energy building cost more? –An empirical comparison of the construction costs for zero energy education building in United States, *Sustainable cities and society* 45 (2019) 324–334.
- [5] F. Harkouss, F. Fardoun, P.H. Biwole, Optimization approaches and climates investigations in NZEB—A review, *Building Simulation*, Springer, 2018.
- [6] W. Feng et al., A review of net zero energy buildings in hot and humid climates: Experience learned from 34 case study buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 114 (2019) 109303.
- [7] P. Hernandez, P. Kenny, From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB), *Energy and Buildings* 42 (6) (2010) 815–821
- [8] J. Laustsen, Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, IEA Information Paper. (2008).
- [9] M. Kapsalaki, V. Leal, Recent progress on net zero energy buildings, *Advances in Building Energy Research* 5 (1) (2011) 129–162.
- [10] S. Pye et al., Achieving net-zero emissions through the reframing of UK national targets in the post-Paris Agreement era, *Nature Energy* 2 (3) (2017) 1–7.
- [11] B. Berggren, M. Hall, M. Wall, LCE analysis of buildings—Taking the step towards Net Zero Energy Buildings, *Energy and Buildings* 62 (2013) 381–391.
- [12] H. Nydahl et al., Environmental performance measures to assess building refurbishment from a life cycle perspective, *Energies* 12 (2) (2019) 299.
- [13] L. Qarout. Reducing the environmental impacts of building materials: Embodied energy analysis of a high-performance building. 2017, The University of Wisconsin-Milwaukee.
- [14] F. Harkouss, F. Fardoun, P.H. Biwole, Optimization approaches and climates investigations in NZEB—A review, *Building Simulation*, Springer, 2018.
- [15] N. Phuangpornpitak, S. Tia, Opportunities, and challenges of integrating renewable energy in smart grid system, *Energy Procedia* 34 (2013) 282–290.
- [16] M.A. Ahmed, Y.C. Kang, Y.-C. Kim, Communication network architectures for smart-house with renewable energy resources, *energies* 8 (8) (2015) 8716– 8735.
- [17] M.A. Ahmed, Y.-C. Kim, Communication networks of domestic small-scale renewable energy systems, *IEEE*, 2013.

- [18] C. Vezzoli et al., Distributed/decentralised renewable energy systems, in: *Designing Sustainable Energy for All*, Springer, 2018, pp. 23–39
- [19] D.K. Okot, Review of small hydropower technology, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26 (2013) 515–520.
- [20] O. Yuksek et al., The role of hydropower in meeting Turkey’s electric energy demand, *Energy policy* 34 (17) (2006) 3093–3103.
- [21] Davis, S. and S. Diegel, US Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy. *Transportation Energy Data Book*, Edition, 2007. 26.
- [22] O. Paish, Small hydro power: technology and current status, *Renewable and sustainable energy reviews* 6 (6) (2002) 537–556.
- [23] A.W. Manyonge et al., Mathematical modelling of wind turbine in a wind energy conversion system: Power coefficient analysis, *Applied mathematical sciences* 6 (91) (2012) 4527–4536.
- [24] R. Tamašauskas et al., Investigation and Evaluation of Primary Energy from Wind Turbines for a Nearly Zero Energy Building (nZEB), *Energies* 12 (11) (2019) 2145.
- [25] V. Calderaro et al., A fuzzy controller for maximum energy extraction from variable speed wind power generation systems, *Electric Power Systems Research* 78 (6) (2008) 1109–1118.
- [26] Buildings, N.Z.C., A framework definition. UK Green Building Council, April, 2019.
- [27] M. Stammler et al., Friction torque of wind-turbine pitch bearings– comparison of experimental results with available models, *Wind Energy Science* 3 (1) (2018) 97–105.
- [28] M. Palraj, P. Rajamanickam, Motion control of a barge for offshore wind turbine (OWT) using gyrostabilizer, *Ocean Engineering* 209 (2020) 107500.
- [29] A. Bahaj, L. Myers, P. James, Urban energy generation: Influence of microwind turbine output on electricity consumption in buildings, *Energy and buildings* 39 (2) (2007) 154–165.
- [30] Parkinson, S., D. Wang, and N. Djilali. Toward low carbon energy systems: The convergence of wind power, demand response, and the electricity grid. in *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies*. 2012. IEEE.
- [31] Y. Liu et al., Research on the Current Situation of Renewable Energy Exploitation in Typical Countries in the World, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2018.
- [32] I. Komusanac, D. Fraile, G. Brindley, Wind energy in Europe in 2018-Trends and statistics. *Wind, Europe* (2019).
- [33] J. Bukala et al., Investigation of parameters influencing the efficiency of small wind turbines, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 146 (2015) 29–38.
- [34] E. Peri, N. Becker, A. Tal, What really undermines public acceptance of wind turbines? A choice experiment analysis in Israel, *Land Use Policy* 99 (2020) 105113.
- [35] M. Bakker et al., Performance and costs of a roof-sized PV/thermal array combined with a ground coupled heat pump, *Solar energy* 78 (2) (2005) 331– 339.
- [36] FRS, D.J.M. and D. MacKay, *Solar energy in the context of energy use, energy transportation, and energy storage*. 2013.
- [37] D.J. MacKay, Solar energy in the context of energy use, energy transportation and energy storage, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 371 (2013).
- [38] F. Trieb, H. Müller-Steinhagen, J. Kern, Financing concentrating solar power in the Middle East and North Africa—Subsidy or investment? *Energy Policy* 39 (1) (2011) 307–317
- [39] S. Hermann, A. Miketa, N. Fichaux, Estimating the renewable energy potential in Africa. IRENA-KTH Working Paper, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Émirats Arabes Unis (2014).

- [40] E. Kabir et al., Solar energy: Potential and future prospects, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82 (2018) 894–900.
- [41] A.M. Bagher, M.M.A. Vahid, M. Mohsen, Types of solar cells and application, *American Journal of optics and Photonics* 3 (5) (2015) 94.
- [42] D. D’Agostino, Assessment of the progress towards the establishment of definitions of Nearly Zero Energy Buildings (nZEBs) in European Member States, *J. Build. Eng* 1 (2015) 20–32.
- [43] D. D’Agostino, P. Zangheri, Development of the NZEBs Concept in Member States. Towards Nearly Zero Energy Buildings, Europe (2016).
- [44] S.A. Kalogirou, Solar thermal collectors and applications, *Progress in energy and combustion science* 30 (3) (2004) 231–295.
- [45] K. Voss, E. Musall, M. Lichtmeß, From Low-Energy to Net Zero-Energy Buildings: Status and Perspectives. *Journal of Green, Building* 6 (1) (2011) 46– 57.
- [46] K. Patel, P. Patel, J. Patel, Review of solar water heating systems, *International Journal of Advanced Engineering Technology* 3 (4) (2012) 146–149.
- [47] M.A. Elmaaref et al. Solar thermoelectric cooling technology 2015 Aswan, Egypt
- [48] K. Ullah et al., A review of solar thermal refrigeration and cooling methods, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24 (2013) 499–513.
- [49] A. _ Zelazna, J. Gołębiowska, A PV-Powered TE Cooling System with Heat Recovery: Energy Balance and Environmental Impact Indicators, *Energies* 13 (7) (2020) 1701.
- [50] M. Yu et al., Techno-economic analysis of air source heat pump combined with latent thermal energy storage applied for space heating in China, *Applied Thermal Engineering* 185 (2021) 116434.
- [51] N. Zhu et al., Recent research and applications of ground source heat pump integrated with thermal energy storage systems: A review, *Applied thermal engineering* 71 (1) (2014) 142–151.
- [52] X. Cao, X. Dai, J. Liu, Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade, *Energy and buildings* 128 (2016) 198–213.
- [53] A.S. Gaur, D.Z. Fitiwi, J. Curtis, Heat pumps and our low-carbon future: A comprehensive review, *Energy Research & Social Science* 71 (2021) 101764.
- [54] I. Sarbu, C. Sebarchievici, General review of ground-source heat pump systems for heating and cooling of buildings, *Energy and buildings* 70 (2014) 441–454.
- [55] A. Mohamed, A. Hasan, K. Sirén, Fulfillment of net-zero energy building (NZEB) with four metrics in a single-family house with different heating alternatives, *Applied Energy* 114 (2014) 385–399.
- [56] N.J. Hewitt et al., Advanced air source heat pumps for UK and European domestic buildings, *Applied Thermal Engineering* 31 (17–18) (2011) 3713– 3719.
- [57] M. Ó’Riain, J. Harrison, Cost-optimal passive versus active nZEB. How costoptimal calculations for retrofit may change nZEB best practice in Ireland, *Architectural Science Review* 59 (5) (2016) 358–369.
- [58] G.A. Mouzeviris, K.T. Papakostas, Comparative analysis of air-to-water and ground source heat pumps performances, *International Journal of Sustainable Energy* 40 (1) (2021) 69–84.
- [59] U. Çakır et al., An experimental exergetic comparison of four different heat pump systems working at same conditions: As air to air, air to water, water to water and water to air, *Energy* 58 (2013) 210–219.
- [60] J. Brenn, P. Soltic, C. Bach, Comparison of natural gas driven heat pumps and electrically driven heat pumps with conventional systems for building heating purposes, *Energy and Buildings* 42 (6) (2010) 904–908.

- [61] N. Zhao, F. You, Can renewable generation, energy storage and energy efficient technologies enable carbon neutral energy transition? *Applied Energy* 279 (2020) 115889
- [62] M.K. Mattinen et al., Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Air-Source Heat Pump and Innovative Ground-Source Air Heat Pump in a Cold Climate, *Journal of Industrial Ecology* 19 (1) (2015) 61–70.
- [63] C. Wemhoener, R. Schwarz, L. Rominger, IEA HPT Annex 49–Design and integration of heat pumps in nZEB, *Energy Procedia* 122 (2017) 661–666.
- [64] Wemhoener, C., S. Buesser, and L. Rominger. Design and integration of heat pumps for nZEB in IEA HPT Annex 49. in *E3S Web of Conferences*. 2019. EDP Sciences.
- [65] Bryanta, S., L. Bergmanna, and S. Ashursta, The impact of EU nearly-zero energy building (NZEB) regulations on heating and heat pump choices in buildings. 2017.
- [66] J. Wang et al., Sustainability assessment of bioenergy from a global perspective: A review, *Sustainability* 10 (8) (2018) 2739.
- [67] Littlechild, S. and K. Vaidya, *Energy Strategies for the UK*. 2019: Routledge.
- [68] Bacovsky, D., et al., *IEA Bioenergy Countries' Report: Bioenergy policies and status of implementation*. 2016, Bioenergy 2020+ GmbH, Graz (Austria).
- [69] Raturi, A.K., *Renewables 2016 global status report*. 2016.
- [70] K. Severnyák, *Contradictions of low-emission nZEB buildings*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, 2019.
- [71] S. Medved, S. Domjan, C. Arkar, Best Available Technologies (BAT) for On-Site and Near-by Generation of Heat for NZEB, in: *Sustainable Technologies for Nearly Zero Energy Buildings*, Springer, 2019, pp. 131–160.
- [72] J. Kemper, Biomass and carbon dioxide capture and storage: a review, *International Journal of Greenhouse Gas Control* 40 (2015) 401–430.
- [73] F.P.R. Marino, The Re-invention of the Tower House for the Construction of Green Buildings NZEB, Integrated With the Vertical Axis Small Wind System, *International Congress on Energy Efficiency and Energy Related Materials (ENEFM2013)*, Springer, 2014.
- [74] D. D'Agostino, L. Mazzarella, What is a Nearly zero energy building? Overview, implementation and comparison of definitions, *Journal of Building Engineering* 21 (2019) 200–212.
- [75] A. Ephraim et al., Biomass Categories, in: *Handbook on Characterization of Biomass, Biowaste and Related By-products*, Springer, 2020, pp. 1–29.
- [76] J. Wang et al., Bioenergy generation and degradation pathway of phenanthrene and anthracene in a constructed wetland-microbial fuel cell with an anode amended with nZVI, *Water research* 150 (2019) 340–348.
- [77] R. García et al., Biomass Pelletization: Contribution to Renewable Power Generation Scenarios, in: *Production of Materials from Sustainable Biomass Resources*, Springer, 2019, pp. 269–294.
- [78] Basu, P., *Biomass gasification, pyrolysis and torrefaction: practical design and theory*. 2018: Academic press.
- [79] Odyssee-Mure, 2012. *Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project*.
- [80] Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., Kolokotsa, D., 2015a. On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings—a review. *Energy Build.* 98, 119–124.
- [81] Cartalis, C., Synodinou, A., Proedrou, M., Tsangrassoulis, A., Santamouris, M., 2001. Modifications in Energy Demand in urban areas as a result of climate changes: an assessment for the southeast Mediterranean region. *J. Energy Convers Manage.* 42 (14), 1647–1656.
- [82] Asimakopoulos, D.A., Santamouris, M., Farrou, I., Laskari, M., Saliari, M., Zanis, G., Giannakidis, G., Tigas, K., Kapsomenakis, J., Douvis, C., Zerefos, S.C., Antonakaki, T.,

- Giannakopoulos, C., 2012. Modelling the energy demand projection of the building sector in Greece in the 21st century. *Energy Build.* 49, 488–498.
- [83] Mirasdegis, S., Sarafidis, Y., Georgopoulou, E., Kotroni, V., Lagourvardos, K., Lalas, C.P., 2007. Modeling framework for estimating impacts of climate change on electricity demand at regional level: Case of Greece. *Energy Convers. Manage.*, 1737–1750.
- [84] Christenson, M., Manz, H., Gyalistras, D., 2006. Climate warming impact on degree-days and building energy demand in Switzerland. *Energy Convers. Manage.* 47, 671–686.
- [85] Ciscar, J.C., Feyen, L., Soria, A., Lavallo, C., Raes, F., Perry, M., Nemry, F., Demirel, H., Rozsai, M., Dosio, A., Donatelli, M., Srivastava, A., Fumagalli, D., Niemeyer, S., Shrestha, S., Ciaian, P., Himics, M., Van Doorslaer, B., Barrios, S., Ibañez, N., Forzieri, G., Rojas, R., Bianchi, A., Dowling, P., Camia, A., Liberta, G., San Miguel, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Barredo, J.I., Paci, D., Pycroft, J., Saveyn, B., Van Regemorter, D., Revesz, T., Vandyck, T., Vrontisi, Z., Baranzelli, C., Vandecasteele, I., Batista e Silva, F., Ibarreta, D., 2014. Climate Impacts in Europe. The JRC PESETA II Project. JRC Scientific and Policy Reports, EUR 26586EN
- [86] [86] Fabrizio Ascione, Diana D'Agostino, Concetta Marino, Francesco Minichiello* Department of Industrial Engineering (Division: ETEC), University of Naples Federico II, Piazzale Tecchio Earth-to-air heat exchanger for NZEB in Mediterranean climate 80, 80125 Naples, Italy
- [87] Liu Chen *, Yujie Chu, Etude experimentale de syst`emes de refroidissement de l'air ext`erieur par roue d'eshydratante pour les batiments ^ a `energie quasi nulle Wenjie Deng Energy School, Xi'an University of Science and Technology, Yanta Road Xi'an 710054, P.R. China
- [88] Sengprasong Phrakonkham, Jean-Yves Le Chenadec, Demba Diallo, Ghislain Remy, and Claude Marchand. Reviews on Micro-Grid Configuration and Dedicated Hybrid System Optimization Software Tools: Application to Laos. *Engineering Journal*, 14(3):15–34, 2010.
- [89] Michael Wollny and Matthias Hermes. *Ac Coupled Hybrid Systems and Mini Grids*. ANZSES Solar, 2011.
- [90] M Wollny and P Mark. Flexible Concept for Off Grid Electricity Supply: Current Trend for Village Solar Power Supply in Provinces of China. *SMA Technology AB*, 2011.
- [91] Antoine Graillet. Hybrid Micro Grids for Rural Electrification: Developing Appropriate Technology, TTA, Trama Tecnoambiental, S.l. AIE Event, 2009.
- [92] Ahmed Agus Setiawan, Yu Zhao, Rob Susanto-Lee, and Chem. V.Nayar. (February, 2009) "Design, Economic Analysis and Environmental Considerations of Mini-Grid Hybrid Power System With Reverse Osmosis desalination Plant for Remote Areas," *Renewable Energy-Elsevier*, vol. 34, Iss.2, pp. 374-383
- [93] Paul Gipe. *Wind Power*, Volume 28. Multi-Science, 2004.
- [94] Kevin Whitehead. *Generator and Exciter Basics*, 2009.
- [95] Dolf Gielen. *Electricity Storage and Renewables for Island Power, a Guide for Decision Makers*. IRENA, 2012.
- [96] HOMER, the Micro-Power Optimization Model; ver.2.68Beta, NREL; 2009.
- [97] LE Weldemariam. Gen-Set/Solar/Wind Hybrid Power System of Off-Grid Power Station for Rural Applications. PhD thesis, Master's thesis, Department of Electrical Power Engineering, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2010.
- [98] Allaei D, Gonzalez JE, Sadegh AS, Andreopoulos Y, Tarnowski D, INVELOX e bringing noise & vibration issues to the ground level. In: Second international conference on wind turbine noise & vibration, Hamburg, Germany; November 2013.
- [99] Allaei D, Schwartz L. INVELOX e making wind a reliable source of electrical energy for China. In: 2013 China wind power, Beijing, China; October 2013.
- [100] Allaei D, Andreopoulos Y. INVELOX: a new concept in wind energy harvesting. In: ASME 2013 7th international conference on energy sustainability & 11th fuel cell science,

- engineering and technology conference ES-fuel cell, Minneapolis, MN, USA; July 14e19, 2013.
- [101] Allaei D, Schwartz L. INVELOX e a promising new renewable energy solution for China. In: China power & clean energy expo China, Beijing, China; July 2013.
- [102] Allaei D, Gonzalez JE, Sadegh AS, Andreopoulos Y, Tarnowski D. INVELOX e affordable wind power for anyone anywhere. WindTech International; March 2013.
- [103] Allaei D. Game changing wind power technologies. Invited Speaker. Phoenix, AZ: Clean Tech Connect; March 2013.
- [104] Allaei D. Using CFD to predict the performance of innovative wind power generators. In: Proceedings of the 2012 COMCOL conference in Boston; 2012.
- [105] Allaei D. Review of alternative wind power generation technologies. In: Second new energy wind energy forum, Guangzhou, China; October 2012.
- [106] Allaei D. Wind power generation technologies. In: 2012 Energy issues summit, MN; August 2012.
- [107] Allaei D. Affordable clean power solutions for buildings anywhere. USGBC Minnesota's first annual IMPACT conference, Minneapolis, MN; September 2012.
- [108] INVELOX: Description of a new concept in wind power and its performance evaluation Daryoush Allaei a , Yiannis Andreopoulos b,*
- [109] G. Pau, M. Collotta, A. Ruano, and J. Qin, "Smart home energy management," *Energies*, vol. 10, no. 12, p. 382, 2017.
- [110] S. Aman, Y. Simmhan, and V. K. Prasanna, "Energy management systems: State of the art and emerging trends," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 51, no. 1, pp. 114–119, Jan. 2013.
- [111] (2018). Home Energy Management Systems: A Comprehensive Guide. Accessed: Jan. 15, 2018. [Online]. Available: <https://www.theecoexperts.co.uk/home-energy-management-systems-acomprehensive-guide>
- [112] M. Beaudin, H. Zareipour, and A. Schellenberg, "Residential energy management using a moving window algorithm," in *Proc. ISGT Europe*, Berlin, Germany, Oct. 2012, pp. 1–8.
- [113] J. I. Lee, C. S. Choi, W. K. Park, J. S. Han, and I. W. Lee, "A study on the use cases of the smart grid home energy management system," in *Proc. Int. Conf. (ICTC)*, Seoul, South Korea, Sep. 2011, pp. 46–50.
- [114] A. Mahmood et al., "A survey of 'user comfort' home energy management systems in smart grid," in *Proc. WAINA*, Gwangju, South Korea, Mar. 2015, pp. 36–43.
- [115] R. L. Moen, "Solar energy management system," in *Proc. 18th IEEE Conf. Decision Control Including Symp. Adapt. Process.*, Fort Lauderdale, FL, USA, Dec. 1979, pp. 917–919.
- [116] B. Capehart, E. J. Muth, and M. O. Storin, "Minimizing residential electrical energy costs using microcomputer energy management systems," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 261–269, 1982.
- [117] S. Rahman and R. Bhatnagar, "Computerized energy management systems—Why and how," *J. Microcomput. Appl.*, vol. 9, no. 4, pp. 261–270, 1986.
- [118] K. P. Wacks, "Utility load management using home automation," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 37, no. 2, pp. 168–174, May 1991.
- [119] C. Kidd et al., "The aware home: A living laboratory for ubiquitous computing research," in *Proc. IWCoBuild*, Berlin, Germany, 1999, pp. 191–198.
- [120] N. Kushiro, S. Suzuki, M. Nakata, H. Takahara, and M. Inoue, "Integrated residential gateway controller for home energy management system," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 49, no. 3, pp. 629–636, Aug. 2003.
- [121] M. Inoue, T. Higuma, Y. Ito, N. Kushiro, and H. Kubota, "Network architecture for home energy management system," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 49, no. 3, pp. 606–613, Aug. 2003.

- [122] S. Das, N. Roy, and A. Roy, "Context-aware resource management in multi-inhabitant smart homes: A framework based on Nash H-learning," *Pervasive Mobile Comput.*, vol. 2, no. 4, pp. 372–404, 2006.
- [123] B. Ghent, "Energy management system for an appliance," U.S. Patent 7 110 832 B2, Sep. 2006.
- [124] J. Han, C.-S. Choi, and I. Lee, "More efficient home energy management system based on ZigBee communication and infrared remote controls," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 57, no. 1, pp. 85–89, Feb. 2011.
- [125] M. Pipattanasomporn, M. Kuzlu, and S. Rahman, "An algorithm for intelligent home energy management and demand response analysis," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 3, no. 4, pp. 2166–2173, Dec. 2012.
- [126] A. Di Giorgio and L. Pimpinella, "An event driven smart home controller enabling consumer economic saving and automated demand side management," *Appl. Energy*, vol. 96, pp. 92–103, Aug. 2012.
- [127] S. Squartini, M. Boaro, F. De Angelis, D. Fuselli, and F. Piazza, "Optimization algorithms for home energy resource scheduling in presence of data uncertainty," in *Proc. ICICIP*, Beijing, China, Jun. 2013, pp. 323–328.
- [128] A. R. Boynuegri, B. Yagcitekcin, M. Baysal, A. Karakas, and M. Uzunoglu, "Energy management algorithm for smart home with renewable energy sources," in *Proc. POWERENG*, Istanbul, Turkey, May 2013, pp. 1753–1758.
- [129] K. Dittawit and F. A. Aagesen, "On adaptable smart home energy systems," in *Proc. AUPEC*, Hobart, TAS, Australia, Oct. 2013, pp. 1–6.
- [130] S. Zhou, Z. Wu, J. Li, and X.-P. Zhang, "Real-time energy control approach for smart home energy management system," *Electr. Power Compon. Syst.*, vol. 42, nos. 3–4, pp. 315–326, 2014.
- [131] R. Missaoui, H. Joumaa, S. Ploix, and S. Bacha, "Managing energy smart homes according to energy prices: Analysis of a building energy management system," *Energy Buildings*, vol. 71, pp. 155–167, Mar. 2014.
- [132] D. Shahgoshtasbi and M. M. Jamshidi, "A new intelligent neuro-fuzzy paradigm for energy-efficient homes," *IEEE Syst. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 664–673, Jun. 2014.
- [133] Y. Y. Hong, C.-R. Chen, and H.-W. Yang, "Implementation of demand response in home energy management system using immune clonal selection algorithm," in *Proc. CEC*, Sendai, Japan, May 2015, pp. 3377–3382.
- [134] (2018). GE Billion Connected Appliances. General Electric. Accessed: Jan. 18, 2018. [Online]. Available: <http://www.geappliances.com/ge/connected-appliances/>
- [135] Honda. (2018). Honda Smart Home US. Accessed: Jan. 18, 2018. [Online]. Available: <http://www.hondasmarthome.com/tagged/hems>
- [136] K. Di Santo et al., "A review on smart grids and experiences in Brazil," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 52, pp. 1072–1082, 2015.
- [137] A. Nanda and C. Panigrahi, "Review on smart home energy management," *Int. J. Ambient Energy*, vol. 37, no. 5, pp. 541–546, 2015.
- [138] M. Denai and S. Attia, "Intelligent control of an induction motor," *Electr. Power Compon. Syst.*, vol. 30, no. 4, pp. 409–427, 2002.
- [139] A. Boulkroune et al., "Fuzzy control-based function synchronization of unknown chaotic systems with dead-zone input," in *Advances in Chaos Theory and Intelligent Control (Studies in Fuzziness and Soft Computing)*. New York, NY, USA: Springer, 2016, pp. 699–718.
- [140] R. Kerr and E. Szelke, *Artificial Intelligence in Reactive Scheduling*. London, U.K.: Springer, 2016.

- [141] M. S. Ahmed, A. Mohamed, H. Shareef, R. Z. Homod, and J. A. Ali, “Artificial neural network-based controller for home energy management considering demand response events,” in Proc. Adv. ICAEES, Putrajaya, Malaysia, Nov. 2016, pp. 506–509.
- [142] J. W. Moon and J.-J. Kim, “ANN-based thermal control models for residential buildings,” *Building Environ.*, vol. 45, no. 7, pp. 1612–1625, 2010.
- [143] B. Yuce, Y. Rezgui, and M. Mourshed, “ANN-GA smart appliance scheduling for optimised energy management in the domestic sector,” *Energy Buildings*, vol. 111, pp. 311–325, Jan. 2016.
- [144] S. K. Gharghan, R. Nordin, M. Ismail, and J. A. Ali, “Accurate wireless sensor localization technique based on hybrid PSO-ANN algorithm for indoor and outdoor track cycling,” *IEEE Sensors J.*, vol. 16, no. 2, pp. 529–541, Jan. 2016.
- [145] M. S. Ahmed, A. Mohamed, R. Z. Homod, and H. Shareef, “Hybrid LSA-ANN based home energy management scheduling controller for residential demand response strategy,” *Energies*, vol. 9, no. 9, p. 716, 2016.
- [146] Y. Liu, C. Yuen, R. Yu, Y. Zhang, and S. Xie, “Queuing-based energy consumption management for heterogeneous residential demands in smart grid,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 7, no. 3, pp. 1650–1659, May 2016.
- [147] L. Suganthi, S. Iniyar, and A. A. Samuel, “Applications of fuzzy logic in renewable energy systems—A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 48, pp. 585–607, Aug. 2015.
- [148] Z. Önder, S. A. Sezer, and İ. Çanak, “Tauberian theorem for the weighted mean method of summability of sequences of fuzzy numbers,” *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 28, no. 3, pp. 1403–1409, 2015.
- [149] Y. Wu, B. Zhang, J. Lu, and K.-L. Du, “Fuzzy logic and neuro-fuzzy systems: A systematic introduction,” *Int. J. Artif. Intell. Expert Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 47–80, 2011.
- [150] Y.-Y. Hong, J.-K. Lin, C.-P. Wu, and C.-C. Chuang, “Multi-objective air-conditioning control considering fuzzy parameters using immune clonal selection programming,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 3, no. 4, pp. 1603–1610, Dec. 2012.
- [151] A. Mohsenzadeh, M. Shariatkhah, and M. Haghifam, “Applying fuzzy techniques to model customer comfort in a smart home control system,” in Proc. CIRED, Stockholm, Sweden, 2013, p. 1164.
- [152] L. Ciabattini, M. Grisostomi, G. Ippoliti, and S. Longhi, “Home energy management benefits evaluation through fuzzy logic consumptions simulator,” in Proc. IJCNN, Beijing, China, Jul. 2014, pp. 1447–1452.
- [153] Z. Wu, S. Zhou, J. Li, and X.-P. Zhang, “Real-time scheduling of residential appliances via conditional risk-at-value,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 3, pp. 1282–1291, May 2014.
- [154] N. Ainsworth, B. Johnson, and B. Lundstrom, “A fuzzy-logic subsumption controller for home energy management systems,” in Proc. NAPS, Charlotte, NC, USA, Oct. 2015, pp. 1–7.
- [155] Z. Wu, X. P. Zhang, J. Brandt, S. Y. Zhou, and J. N. Li, “Three control approaches for optimized energy flow with home energy management system,” *IEEE Power Energy Technol. Syst. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–31, Mar. 2015.
- [156] K. Premkumar and B. V. Manikandan, “Fuzzy PID supervised online ANFIS based speed controller for brushless DC motor,” *Neurocomputing*, vol. 157, pp. 76–90, Jun. 2015.
- [157] I. H. Choi et al., “Design of Neuro-Fuzzy based intelligent inference algorithm for energy management system with legacy device,” *Trans. Korean Inst. Electr. Eng.*, vol. 64, no. 5, pp. 779–785, 2015.
- [158] Νόμος 4843/2021 - ΦΕΚ 193/Α/20-10-2021:
<https://www.e-nomothesia.gr/energeia/nomos-4843-2021-phek-193a-20-10-2021.html>

[159] Ιστορικά Μετεωρολογικά Δεδομένα: Βελβεντό, Κοζάνη:

<https://www.meteofarm.gr/%CE%BF->

[%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-](https://www.meteofarm.gr/%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-%CF%84%CF%8E%CF%81%CE%B1/%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B2%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%8C-%CE%BA%CE%BF%CE%B6%CE%AC%CE%BD%CE%B7%CF%82?historical=current)

[%CF%84%CF%8E%CF%81%CE%B1/%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B2%CE%B5](https://www.meteofarm.gr/%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-%CF%84%CF%8E%CF%81%CE%B1/%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B2%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%8C-%CE%BA%CE%BF%CE%B6%CE%AC%CE%BD%CE%B7%CF%82?historical=current)

[%CE%BD%CF%84%CF%8C-](https://www.meteofarm.gr/%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-%CF%84%CF%8E%CF%81%CE%B1/%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B2%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%8C-%CE%BA%CE%BF%CE%B6%CE%AC%CE%BD%CE%B7%CF%82?historical=current)

[%CE%BA%CE%BF%CE%B6%CE%AC%CE%BD%CE%B7%CF%82?historical=current](https://www.meteofarm.gr/%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-%CF%84%CF%8E%CF%81%CE%B1/%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B2%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%8C-%CE%BA%CE%BF%CE%B6%CE%AC%CE%BD%CE%B7%CF%82?historical=current)

[year](https://www.meteofarm.gr/%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-%CF%84%CF%8E%CF%81%CE%B1/%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B2%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%8C-%CE%BA%CE%BF%CE%B6%CE%AC%CE%BD%CE%B7%CF%82?historical=current)

Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια

κ.λπ.	και λοιπά
κ.ο.κ	και ούτωκαθεξής
EAHX	Earth to Air Heat Exchanger
DWDOAS	Dedicated Desiccant Wheel Outdoor Air-Cooling System
HVAC	Heating, ventilation, and air conditioning
AC	Εναλλασσόμενο ρεύμα
DC	Συνεχέςρεύμα
MVS	Mechanical Ventilation System
nZEB	nearly zero energy buildings
K.EN.A.K	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων
NZ-site-EB	NetZero Site Energy Buildings
NZ-EB	Net-Zero Emissions Buildings
NZ-source-EB	Net-Zero Source Energy Buildings
NZ-cost-EB	Net-Zero Cost Energy Buildings

Απόδοση Ξενόγλωσσων Όρων

Αδελφός
Απορρόφηση
Βάση Δεδομένων
Εξειδικευμένο
τροχός ξήρανσης
εξωτερικός χώρος
σύστημα ψύξης αέρα
Εναλλασσόμενο ρεύμα
Συνεχές ρεύμα

Sibling
Absorption
Database
Dedicated
Desiccant Wheel
Outdoor
Air Cooling System
AC
DC