



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ**

**Διπλωματική εργασία:**

**Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενου κτιρίου: μελέτη κτιρίου γραφείων στο Μοσχάτο Αττικής**

**Κατοστάρα Βασιλική**

**Επιβλέπων Καθηγητής:**

**Μαρτινόπουλος Γεώργιος**

**Ιούλιος 2022**

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή/της φοιτήτριας «συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο/η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Ο/Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ



**Διπλωματική εργασία:**

**Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενου κτιρίου: μελέτη κτιρίου γραφείων στο Μοσχάτο Αττικής**

**Κατοστάρα Βασιλική**

**Επιβλέπων Καθηγητής:**

**Μαρτινόπουλος Γεώργιος**

**Ιούλιος 2022**

## Περίληψη

Ο κτηριακός τομέας στο σύνολό του καταναλώνει ποσοστό 40% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει, ήδη, θεσπίσει δεσμεύσεις αφενός για μείωση των εκπομπών αερίων του Θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, σε σύγκριση με το 1990 αφετέρου για αύξηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στα κτίρια. Ως εκ τούτων, απαιτείται η κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κατασκευών και η ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων σε συνδυασμό με τη χρήση ΑΠΕ. Δεδομένου ότι στην Ελλάδα υπάρχει υψηλό απόθεμα παλαιών κατασκευών η χώρα οφείλει να προχωρήσει σε αναβαθμίσεις κτιρίων. Παρότι το ποσοστό των κτιρίων γραφείων είναι χαμηλό σε σχέση με το σύνολο του κτιριακού αποθέματος, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτά έχουν αυξημένες ανάγκες εξυπηρέτησης ως προς τη θέρμανση, τον κλιματισμό, τον εξαερισμό και αερισμό, τον φωτισμό ενώ είναι σημαντικό να επιτυγχάνονται επιθυμητά επίπεδα άνεσης για τους χρήστες. Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στο θεσμικό πλαίσιο που έχει υιοθετηθεί από την Πολιτεία καθώς και στις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν και τα κίνητρα που πρέπει να δοθούν στους ιδιοκτήτες ακινήτων. Περαιτέρω, γίνεται αναφορά σε παραδείγματα αναβάθμισης κτιρίων και στις τεχνολογίες που εφαρμόστηκαν για την ενεργειακή τους αναβάθμιση. Τέλος, παρουσιάζονται οι επεμβάσεις που έγιναν σε κτίριο γραφείων καθώς και γίνεται προσέγγιση της βαθμολόγησης του σύμφωνα με τη μέθοδο ενεργειακής αξιολόγησης LEED.

*Λέξεις κλειδιά: αναβάθμιση, LEED, γραφεία, πιστοποίηση*

## **Abstract**

The building sector consumes 40% of the total final energy consumption in Greece. European Union has already established commitments, to reduce Greenhouse gas emissions at least 40% by 2030, compared to 1990 and to increase the use of Renewable Energy Sources (RES) in buildings. Therefore, the construction of energy-efficient structures and the energy retrofit of existing buildings in combination with the use of RES is required. Since in Greece there is a high stock of old structures, the country must proceed with building retrofits. Although the percentage of the office buildings is low compared to the total building stock, it should be noted that these have increased need of energy for heating, air conditioning, ventilation, and lighting, while it is important to achieve desired levels of comfort for the users. In this paper, reference is made to the institutional framework adopted by the State as well as the challenges that must be faced and the incentives that must be given to property owners. Furthermore, reference is made to examples of building retrofit and the technologies applied for their energy upgrade. Finally, the interventions carried out in an office building are presented, as well as an assessment of its grading according to the LEED energy assessment method.

**Keywords:** *retrofit, LEED, construction, office, certification*

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Κτίρια αποκλειστικής χρήσης, σύμφωνα με τη χρήση του, ανά Περιφέρεια.....	14
Πίνακας 2 Συνολικός αριθμός κτιρίων και χρήση για το 2015.....	15
Πίνακας 3 Χρονική περίοδος κατασκευής κτιρίων ανά Περιφέρεια .....	16
Πίνακας 4 Κατασκευή κτιρίων τριτογενούς τομέα 1920-2020 .....	17
Πίνακας 5 Κατανάλωση ενέργειας .....	19
Πίνακας 6 Μερίδια στην κατανάλωση ενέργειας στον τριτογενή τομέα .....	20
Πίνακας 7 Τελική κατανάλωση ενέργειας τριτογενή τομέα μέχρι το έτος 2030, σύμφωνα με το σενάριο επίτευξης στόχων (GWh).....	21
Πίνακας 8 Εξέλιξη ηλεκτροπαραγωγής από μονάδες ΑΠΕ.....	22
Πίνακας 9 Εποπτικός πίνακας παρεμβάσεων .....	42
Πίνακας 10 Πίνακας επιφανειών .....	48
Πίνακας 11 Δεδομένα ανάλυσης .....	53
Πίνακας 12 Εγκατεστημένη ισχύς .....	53
Πίνακας 13 Κατανομή εγκατεστημένης ισχύος.....	54
Πίνακας 14 Ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος σύμφωνα με ΔΕΔΔΗΕ.....	54
Πίνακας 15 Ενεργειακή κατανάλωση ανά περίοδο ψύξης θέρμανσης σύμφωνα με ΔΕΔΔΗΕ.....	54
Πίνακας 16 Ενεργειακή κατανάλωση σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις.....	56
Πίνακας 17 Ενεργειακή κατανάλωση σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις.....	66

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση στον τριτογενή τομέα - Πηγή: EUROSTAT και ίδιες εκτιμήσεις .....	19
Εικόνα 2 Τελική κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά καύσιμο στον τριτογενή τομέα- Πηγή: συνδυασμός EUROSTAT και Heat Roadmap Data .....	20
Εικόνα 3 Άποψη του κτιρίου μετά τις επεμβάσεις (Tenio Building).....	35
Εικόνα 4 Άποψη του κτιρίου Πανεπιστημίου στη Σιγκαπούρη.....	36
Εικόνα 5 Άποψη του κτιρίου γραφείων στη Θεσσαλονίκη .....	38
Εικόνα 6 Άποψη κτιρίου Τεχνικών Έργων.....	40
Εικόνα 7 Άποψη Green Plaza .....	41
Εικόνα 8 Χάρτης περιοχής.....	46
Εικόνα 9 Όψη κτιρίου.....	47
Εικόνα 10 Άποψη κτιρίου.....	47
Εικόνα 11 Κατανάλωση σύμφωνα με το ΔΕΔΔΗΕ.....	55
Εικόνα 12 Κατανάλωση σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις .....	57

## Περιεχόμενα

Η συνεισφορά της διπλωματικής εργασίας.....	9
Τα σημαντικότερα σημεία της εργασίας.....	9
1 Εισαγωγή.....	10
2 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα.....	13
2.1 Κτιριακό Δυναμικό στην Ελλάδα .....	13
2.2 Κατανάλωση ενέργειας.....	18
2.3 Στόχοι για την Ενεργειακή απόδοση.....	22
2.4 Προκλήσεις .....	26
2.5 Κίνητρα για την ενεργειακή αναβάθμιση .....	27
2.6 Παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων γραφείων .....	30
3 Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου γραφείων .....	45
3.1 Περιγραφή κτιρίου .....	45
3.1.1 Αρχιτεκτονική περιγραφή .....	45
3.1.2 Τεχνικές προδιαγραφές .....	49
3.1.3 Περιγραφή διαδικασίας.....	52
3.1.4 Παρουσίαση δεδομένων: .....	52
3.2 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της ενεργειακής κατανάλωσης και προσδιορισμός των σημείων επέμβασης .....	57
3.3 Προτεινόμενα μέτρα και επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας.....	58
3.3.1 Προτεινόμενα μέτρα .....	58
3.3.2 Επαλήθευση και Πιστοποίηση της Εξοικονόμησης Ενέργειας (IPMVP).....	59
3.3.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	60
3.4 Αξιολόγηση κτιρίου με τη μέθοδο LEED.....	61
4 Συμπεράσματα .....	71
4.1 Αναπάντητα ερωτήματα.....	73
4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	73
Παράρτημα I: Πίνακας βαθμολόγησης κατά LEED.....	74
Παράρτημα II: Κάτοψη κτιρίου .....	75
Βιβλιογραφία .....	76



## Η συνεισφορά της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να συμβάλει στην έρευνα για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων του τριτογενούς τομέα και πιο συγκεκριμένα κτιρίων γραφείων με σκοπό να είναι δυνατή η πιστοποίηση του με τη μέθοδο LEED. Επίσης, συμβάλει στην κατανόηση της διαδικασίας που οφείλει να ακολουθηθεί για την ενεργειακή τους αναβάθμιση.

Προσδοκώμενο αποτέλεσμα είναι η κατανόηση των ενεργειών/ δράσεων που απαιτούνται για την πιστοποίηση του κτιρίου με τη μέθοδο LEED. Για αυτό το σκοπό επιλέχθηκε κτίριο γραφείων και αφενός καταγράφηκαν οι επεμβάσεις που έγιναν στο κτίριο αφετέρου έγινε προσέγγιση της βαθμολόγησης του με τη μέθοδο LEED, σημειώνοντας τις δράσεις που απαιτούνται.

## Τα σημαντικότερα σημεία της εργασίας

Τα κτίρια γραφείων παρουσιάζουν μερικά από τα υψηλότερα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας. Η τεχνολογική ανάπτυξη και ο εκτεταμένος εξοπλισμός γραφείου στο χώρο εργασίας οδηγεί σε αύξηση στη ζήτηση ενέργειας. Οι επεμβάσεις στην κατεύθυνση της ενεργειακής αναβάθμισης θα πρέπει να εξασφαλίζουν αφενός τη λειτουργία του αφετέρου την άνεση των χρηστών.

Για την ενεργειακή αναβάθμιση απαιτείται να υπερκεραστούν εμπόδια αφενός θεσμικά και οικονομικής φύσεως και αφετέρου εμπόδια που αφορούν στη συμπεριφορά του χρήστη.

Για την πιστοποίηση του κτιρίου γραφείου με τη μέθοδο LEED είναι σημαντικές οι επεμβάσεις στον κλιματισμό καθώς και δράσεις που αφορούν σε υιοθέτηση πολιτικών στην κατεύθυνση της αειφορίας.

# 1 Εισαγωγή

Καθώς τα κτίρια ευθύνονται σήμερα για το 40% περίπου της κατανάλωσης ενέργειας είναι απαραίτητη η ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων (μέσω επεμβάσεων για την ανακαίνιση και εκσυγχρονισμό τους) σε συνδυασμό με την ενίσχυση της ανανέωσης του κτιριακού αποθέματος που έχει ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του.

Υπάρχει μια σειρά από προσεγγίσεις για την αναβάθμιση των κτιρίων. Οι μελέτες έχουν επικεντρωθεί κυρίως σε αξιοποίηση της τεχνολογίας όπως η εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, π.χ. φωτοβολταϊκά ενώ το κέλυφος αποτελεί ένα βασικό πεδίο επεμβάσεων. Ομοίως, έχει αναδειχθεί η ανάγκη βελτίωσης των συστημάτων κλιματισμού. Περαιτέρω, θεωρείται κρίσιμη η θεσμοθέτηση μέτρων και πολιτικών από τη διοίκηση για την υποστήριξη των ιδιοκτητών/χρηστών στην υιοθέτηση μέτρων για την αναβάθμιση. Επιπλέον, η απόδοση των επεμβάσεων επηρεάζεται σημαντικά από τη συμπεριφορά και τη στάση του χρήστη του κτιρίου. Προκειμένου να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα των υιοθετημένων επεμβάσεων είναι χρήσιμη η δέσμευση ειδικού συμβούλου στο έργο. Ομοίως, οι αποφάσεις για τις επεμβάσεις του κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνονται με γνώμονα τις ανάγκες του τελικού χρήστη. Έτσι, το επίπεδο θερμικής άνεσης και η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων. Τέλος, ένας κρίσιμος παράγοντας για την επιλογή των επεμβάσεων σε ένα κτίριο είναι η οικονομική βιωσιμότητα και ένας δείκτης για τον έλεγχο είναι η περίοδος απόσβεσης τους.

Η οδηγία 2010/31/ΕΕ (L 153) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, όπως αυτή αναθεωρήθηκε το 2018 με την Οδηγία 2018/844/ΕΕ (L 1561) συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ με την Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050 (Αριθμ. ΥΠΕΝ/Δ ΕΠΕΑ/20334/148 ΦΕΚ 974Β 2021) τίθεται ως στόχος η σημαντική μείωση κατά 80-95% σε σχέση με το 1990 των εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου έως το έτος 2050.

Σε αυτή την κατεύθυνση, είναι σημαντική η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών για τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) αφενός για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης, καθώς και συστημάτων αυτοπαραγωγής από ΑΠΕ για την κάλυψη των κτιριακών αναγκών για ηλεκτρική ενέργεια.

Σε όλα τα παραπάνω είναι σημαντικό να τονιστεί ο ρόλος του καταναλωτή/ χρήστη και οι πολιτικές για τη δέσμευση του στην υιοθέτηση νέων πρακτικών. Το παραπάνω σημαίνει αφενός την ενημέρωση του για το χαμηλότερο κόστος διαβίωσης, αφετέρου την οικονομική ενίσχυση του προκειμένου να είναι σε θέση να πραγματοποιήσει απαιτούμενες επεμβάσεις.

## - Ορισμός των Κτιρίων με Σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας

Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων, η οποία ενσωματώθηκε στην Εθνική Νομοθεσία με το Νόμο 4122/2013, «κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας ορίζεται το κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με το άρθρο 3. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου, πρέπει να καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου»<sup>1</sup>.

Στο άρθρο 9 του ίδιου Νόμου ορίζεται ότι από 1.1.2021, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

Σύμφωνα με την «Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050, διευκολύνοντας την οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας», ένα κτίριο για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ΚΣΜΚΕ πρέπει:

- Να κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Α, αν είναι νέο κτίριο.
- Να κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β+, αν είναι υφιστάμενο κτίριο

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων ενεργειακής αναβάθμισης και βελτίωσης της απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων γραφείων. Στην Ελλάδα, το μεγαλύτερο πλήθος των κτιρίων της χώρας 58,4% (Πίνακας 3) κατασκευάστηκε πριν από το 1980, ως εκ τούτου κρίνεται ότι πρόκειται για ενεργοβόρα κτίρια. Το αντίστοιχο ποσοστό για τα κτίρια γραφείων είναι 36%. Έχει διαπιστωθεί λοιπόν, η ανάγκη αναβάθμισης του εν λόγω κτιριακού αποθέματος με ιδιαίτερη έμφαση των κτιριακών γραφείων για τα οποία είναι σημαντική η απαιτούμενη ενεργειακή κατανάλωση για τη λειτουργία τους.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία<sup>2</sup>, τα εμπορικά κτίρια και πιο συγκεκριμένα τα κτίρια γραφείων αποτελούν σήμερα αναπόσπαστο μέρος του κτιριακού αποθέματος και τα τοπόσημα των αστικών περιοχών στις περισσότερες ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες σε όλο τον κόσμο. Σε σύγκριση με άλλους τύπους κτιρίων, τα κτίρια γραφείων παρουσιάζουν μερικά από τα υψηλότερα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας. Η τεχνολογική ανάπτυξη και ο εκτεταμένος εξοπλισμός γραφείου στο χώρο εργασίας οδηγεί σε αύξηση στη ζήτηση ενέργειας. Υπολογίζεται ότι η ετήσια κατανάλωση σε κτίρια γραφείων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κυμαίνεται μεταξύ 100 και 1000 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>3</sup> Η κατανάλωση εξαρτάται κυρίως από την τοποθεσία του κτιρίου, από τον σχεδιασμό του κελύφους του, από την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων θέρμανσης,

---

<sup>1</sup> Ν.4122/2013 άρθρο 3.

<sup>2</sup> Martinopoulos, G.; Serasidou, A.; Antoniadou, P.; Papadopoulos, A.M. Building Integrated Shading and Building Applied Photovoltaic System Assessment in the Energy Performance and Thermal Comfort of Office Buildings. Sustainability 2018, 10, 4670. <https://doi.org/10.3390/su10124670>

<sup>3</sup> Lapillonne, B.; Sebi, C.; Pollier, K.; Mairet, N. Energy efficiency trends in buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE/MURE project. ADEME, Supported by Intelligent Energy Europe. 2012. Available online: [Error! Hyperlink reference not valid.](#) (accessed on 1 December 2014).

εξαερισμού, κλιματισμού και φωτισμού, από τον εξοπλισμό γραφείου και τελικά από τον τρόπο λειτουργίας καθώς και την ενεργειακή και περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των χρηστών του κτιρίου.

Προκειμένου αυτού του τύπου τα κτίρια στην ΕΕ να συμμορφώνονται με την Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων υπάρχει μεγάλη ανάγκη για ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος, συμπεριλαμβανομένης της εκτεταμένης χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη της ενεργειακής τους ζήτησης. Εκτός από την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και τη μείωση της ζήτησης ενέργειας, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη διασφάλιση της ποιότητας του αέρα και των συνθηκών θερμικής άνεσης των εσωτερικών χώρων, ώστε να διασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικού χώρου για τους χρήστες.

Με βάση το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο, η θέσπιση ενός άνετου εργασιακού περιβάλλοντος είναι υψίστης σημασίας, καθώς επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τους χρήστες του και βελτιώνει την ευημερία και την παραγωγικότητά τους. Επομένως, εκτός από την εφαρμογή στρατηγικών που αναβαθμίζουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, δεν πρέπει να παραβλέπεται η άνεση και η ευημερία των χρηστών<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Martinopoulos, G.; Serasidou, A.; Antoniadou, P.; Papadopoulos, A.M. Building Integrated Shading and Building Applied Photovoltaic System Assessment in the Energy Performance and Thermal Comfort of Office Buildings. Sustainability 2018, 10, 4670. <https://doi.org/10.3390/su10124670>

## 2 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

### 2.1 Κτιριακό Δυναμικό στην Ελλάδα

Το κτιριακό απόθεμα της χώρας καταγράφεται με την απογραφή που γίνεται ανά δεκαετία. Σύμφωνα λοιπόν με την Απογραφή Κτιρίων 2011, το κτιριακό απόθεμα αφορά κυρίως σε κτίρια κατοικιών και σε μικρότερο αριθμό σε κτίρια άλλων χρήσεων του τριτογενούς τομέα. Ο αριθμός των κτιρίων της χώρας είναι 4.105.637. Σε ποσοστό 92,0%, δηλαδή 3.775.848, πρόκειται για κτίρια αποκλειστικής χρήσης ενώ σε ποσοστό 8,0%, δηλαδή 329.789, μικτής χρήσης. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται τα κτίρια αποκλειστικής χρήσης σύμφωνα με τη χρήση τους, κατά Περιφέρεια.

Περιφέρεια	Κτίρια αποκλειστικής χρήσης																	
	Σύνολο κτιρίων αποκλειστικής χρήσης	Αποκλειστική χρήση κτιρίων																
		Κατοικία	%	Εκκλησία - Μοναστήρι	%	Ξενοδοχείο	%	Εργοστάσιο - Εργαστήριο	%	Σχολικό κτίριο	%	Κατάστημα - Γραφείο	%	Σταθμός αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	%	Νοσοκομείο, κλινική κλπ.	%	Άλλη χρήση
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	3.775.848	2.990.324	79,2	47.872	1,3	34.736	0,9	30.731	0,8	19.474	0,5	153.510	4,1	16.952	0,5	1.749	0,05	480.500
ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ			71,2		0,7		0,4		0,7		0,6		3,8		0,4		0,05	
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ			75,9		0,6		0,5		1,1		0,5		3,7		0,5		0,05	
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ			66,6		1,3		0,2		0,7		0,7		3,1		1,3		0,04	
ΗΠΕΙΡΟΥ			75,8		2,1		0,7		0,6		0,7		3,4		0,3		0,03	
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ			75,8		0,9		0,7		0,7		0,5		3,8		0,2		0,04	
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑ			81,8		1,5		0,6		0,9		0,5		3,2		0,3		0,03	
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ			77,7		1,4		3,4		0,6		0,4		5,1		0,9		0,03	
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			81,6		1,4		0,4		0,6		0,6		3,4		0,2		0,04	
ΠΕΛ/ΝΗΣΟΥ			79,9		2,1		0,7		0,8		0,5		2,9		0,4		0,03	
ΑΤΤΙΚΗΣ			89,6		0,4		0,2		1		0,5		5,1		0,2		0,07	
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ			76,7		2,1		1,4		0,7		0,4		4,2		1,1		0,05	
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ			73,4		3,1		4,4		0,6		0,4		5,8		1,4		0,05	
ΚΡΗΤΗΣ	79,4	2	1,9	0,8	0,6	4,7	0,2	0,04										

Πίνακας 1 Κτίρια αποκλειστικής χρήσης, σύμφωνα με τη χρήση του, ανά Περιφέρεια<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Απογραφή Κτιρίων 2011

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ποσοστό των κατοικιών είναι 79,2% του κτιριακού αποθέματος, ενώ το ποσοστό των εμπορικών καταστημάτων/γραφείων 4,1%.

Παρότι το ποσοστό των κτιρίων γραφείων είναι χαμηλό σε σχέση με το σύνολο του κτιριακού αποθέματος, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτά έχουν αυξημένες ανάγκες εξυπηρέτησης ως προς τη θέρμανση, τον κλιματισμό, τον εξαερισμό και αερισμό, τον φωτισμό κ.λπ.. ενώ είναι σημαντικό να επιτυγχάνονται επιθυμητά επίπεδα άνεσης για τους χρήστες.

ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ
<b>ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ-ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΑ</b>	
Κατοικίες	4.631.528
<b>ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ</b>	
Ξενοδοχεία και εστιατόρια	24.109
Σχολεία και εκπαιδευτικά ιδρύματα	19.167
Γραφεία και άλλα κτίρια	53.064
Νοσοκομεία και κλινικές	38.664
Εμπορικά καταστήματα	65.957
Αποθήκες	20.374
Ψυκτικές αποθήκες	308
Τριτογενής τομέας	221.643
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4.853.171</b>

Πίνακας 2 Συνολικός αριθμός κτιρίων και χρήση για το 2015<sup>6</sup>

Τα κτίρια είναι κατασκευασμένα σε ποσοστό 41,2% πριν το 1970, σε ποσοστό 17,2% την περίοδο 1971-1980 (704.340 κτίρια), ενώ σε ποσοστό 40,4% την περίοδο 1980-2010. Στον πίνακα 3 παρουσιάζεται ο αριθμός κτιρίων ανά περιφέρεια και ανά χρονική περίοδο κατασκευής.

---

<sup>6</sup>Εκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050, διευκολύνοντας την οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, Αθήνα, Μάρτιος 2021

Περιγραφή διοικητικής διαίρεσης	Σύνολο κτιρίων	Χρονική περίοδος κατασκευής κτιρίου																	
		πριν το 1970	%	1971 - 1980	%	1981 - 1985	%	1986 - 1990	%	1991 - 1995	%	1996 - 2000	%	2001 - 2005	%	2006 και μετά	%	Υπό κατασκευή	%
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	4.105.637	1.691.432	41,2	704.340	17,2	402.368	9,8	316.799	7,7	259.394	6,3	254.797	6,2	237.460	5,8	186.861	4,6	52.186	1,3
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	286.365	135.062	47,2	48.185	16,8	22.727	7,9	16.599	5,8	15.406	5,4	15.655	5,5	16.741	5,8	12.849	4,5	3.141	1,1
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	600.436	226.942	37,8	113.242	18,9	59.756	10,0	47.070	7,8	39.756	6,6	38.120	6,3	38.073	6,3	31.124	5,2	6.353	1,1
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	142.816	58.619	41,0	26.279	18,4	13.093	9,2	9.181	6,4	7.042	4,9	15.438	10,8	6.690	4,7	4.842	3,4	1.632	1,1
ΗΠΕΙΡΟΥ	176.352	74.686	42,4	33.705	19,1	18.508	10,5	12.907	7,3	9.677	5,5	8.870	5,0	8.718	4,9	7.705	4,4	1.576	0,9
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	342.557	163.279	47,7	64.162	18,7	31.878	9,3	21.832	6,4	16.661	4,9	15.080	4,4	14.476	4,2	11.600	3,4	3.589	1,0
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	302.172	124.269	41,1	50.602	16,7	33.564	11,1	24.614	8,1	19.613	6,5	17.550	5,8	15.870	5,3	12.343	4,1	3.747	1,2
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	140.810	65.863	46,8	16.530	11,7	12.067	8,6	11.599	8,2	8.840	6,3	8.302	5,9	8.208	5,8	7.621	5,4	1.780	1,3
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	303.064	122.797	40,5	56.645	18,7	31.663	10,4	24.362	8,0	19.490	6,4	18.018	5,9	14.628	4,8	11.474	3,8	3.987	1,3
ΠΕΛ/ΝΗΣΟΥ	355.761	172.596	48,5	50.001	14,1	32.951	9,3	25.882	7,3	19.693	5,5	17.843	5,0	17.654	5,0	15.329	4,3	3.812	1,1
ΑΤΤΙΚΗΣ	783.752	231.875	29,6	163.074	20,8	90.833	11,6	72.863	9,3	60.653	7,7	57.801	7,4	55.942	7,1	38.055	4,9	12.656	1,6
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	153.957	90.310	58,7	16.396	10,6	11.122	7,2	8.849	5,7	7.358	4,8	6.648	4,3	6.091	4,0	5.362	3,5	1.821	1,2
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	219.681	87.132	39,7	27.109	12,3	19.841	9,0	18.908	8,6	16.938	7,7	16.262	7,4	15.574	7,1	12.987	5,9	4.930	2,2
ΚΡΗΤΗΣ	297.914	138.002	46,3	38.410	12,9	24.365	8,2	22.133	7,4	18.267	6,1	19.210	6,4	18.795	6,3	15.570	5,2	3.162	1,1

Πίνακας 3 Χρονική περίοδος κατασκευής κτιρίων ανά Περιφέρεια<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Απογραφή κτιρίων 2011



Σύμφωνα με την Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος το 38,7% των κτιρίων του τριτογενή τομέα έχει κατασκευαστεί πριν το 1980 ενώ το 59% μέχρι το 2010 (Πίνακας 4). Το υπόλοιπο 2,3% είναι κατασκευασμένο μεταγενέστερα. Σύμφωνα με την ίδια Έκθεση, τα κτίρια του τριτογενούς τομέα χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο ποσοστό αναπλήρωσης (turnover rate) σε σχέση με τις κατοικίες, το οποίο εκφράζει τον ρυθμό κατεδάφισης παλαιών και κατασκευής νέων κτιρίων. Αντιθέτως, δεδομένου ότι τα κτίρια κατοικίας παραμένουν σε λειτουργία για πολλά χρόνια μετά την κατασκευή τους, έχουν χαμηλό ποσοστό αναπλήρωσης.

ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ	1920-1940	1941-1960	1961-1980	1981-2000	2001-2010	2011-2020
Ξενοδοχεία και εστιατόρια	24.107	2.904	2.719	6.056	6.738	4.921	769
Σχολεία και εκπαιδευτικά ιδρύματα	19.167	1.900	1.801	4.050	9.488	1.270	658
Γραφεία και άλλα κτίρια	53.065	4.632	3.720	10.517	11.186	21.316	1.694
Νοσοκομεία και κλινικές	38.665	2.714	2.608	5.814	14.265	11.937	1.327
Εμπορικά καταστήματα	65.956	11.264	5.428	12.909	18.649	16.963	743
Αποθήκες	20.375	1.700	1.311	3.637	3.762	9.914	51
Ψυκτικές αποθήκες	309	36	28	75	81	88	1

Πίνακας 4 Κατασκευή κτιρίων τριτογενούς τομέα 1920-2020

Για τη μελέτη των κτιρίων, αυτά κατηγοριοποιούνται σε 3 βασικές κατηγορίες λαμβάνοντας υπόψη το θεσμικό πλαίσιο που ίσχυε κατά την κατασκευή τους. Το 1980 υιοθετήθηκε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ) ενώ το 2010, ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΦΕΚ 5447B 2018), τα κτίρια εντάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες ανάλογα με το χρόνο κατασκευής τους:

- πριν το 1980, όπου τα κτίρια είναι θερμικά απροστάτευτα
- από το 1981 έως το 2000, όπου σταδιακά εφαρμόζονται συστήματα θερμομόνωσης και άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης,
- από το 2001 έως το 2010, όπου αναπτύσσονται και εφαρμόζονται νέες τεχνολογίες και προϊόντα.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το 38,7% των κτιρίων τριτογενούς τομέα έχει κατασκευαστεί πριν το 1980 και θεωρούνται θερμικά απροστάτευτα σύμφωνα με τις παραπάνω θεωρήσεις, συμπεραίνουμε την κρισιμότητα την ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος.

Σύμφωνα με τη Στατιστική Ανάλυση των Πιστοποιητικών Ενεργειακής απόδοσης έτους 2018, ως προς τα κτίρια κατοικιών και τα εκδοθέντα ΠΕΑ (συνολικά 254.372), παρατηρείται ότι το

μεγαλύτερο ποσοστό (71,57%) αυτών κατατάσσεται στην Ε-Η, το 25,64% στην Γ-Δ και μόλις το 2,79% στην Α-Β. Σχετικά με την ενεργειακή κατηγορία των κτιρίων τριτογενούς τομέα και σύμφωνα με τα εκδοθέντα ΠΕΑ (συνολικά 49.723), παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών (55,11%) κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Ε-Η, το 41,58% στην Γ-Δ και μόλις το 3,31% στην Α-Β.

Στη Στατιστική Ανάλυση των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων έτους 2016, αναφέρονται τα στατιστικά στοιχεία των εκδοθέντων ΠΕΑ της χρονικής περιόδου 2011-2016.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ποσοστό 44% των κτιρίων κατασκευής πριν το 1980 κατατάχθηκαν σε ενεργειακή κλάση Η. Το αντίστοιχο ποσοστό για τα κτίρια κατασκευής από 1980 έως 2009 είναι 9% ενώ το 60% έχει καταταχθεί σε ενεργειακή κλάση Γ ή Δ. Προκύπτει λοιπόν ότι μετά τη θεσμοθέτηση του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίου η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων βελτιώθηκε. Μετά το 2010 τα κτίρια κατατάσσονται σε κατηγορίες υψηλότερης της Γ σε ποσοστό 79%. Σημειώνεται ότι τα διαθέσιμα στοιχεία αφορούν κυρίως σε κτίρια που κατασκευάστηκαν έως το 2009 δεδομένης της ύφεσης της οικοδομικής δραστηριότητας από το 2010 και μετά (και του αντίστοιχου μικρότερου αριθμού ΠΕΑ που εκδόθηκαν).

## 2.2 Κατανάλωση ενέργειας

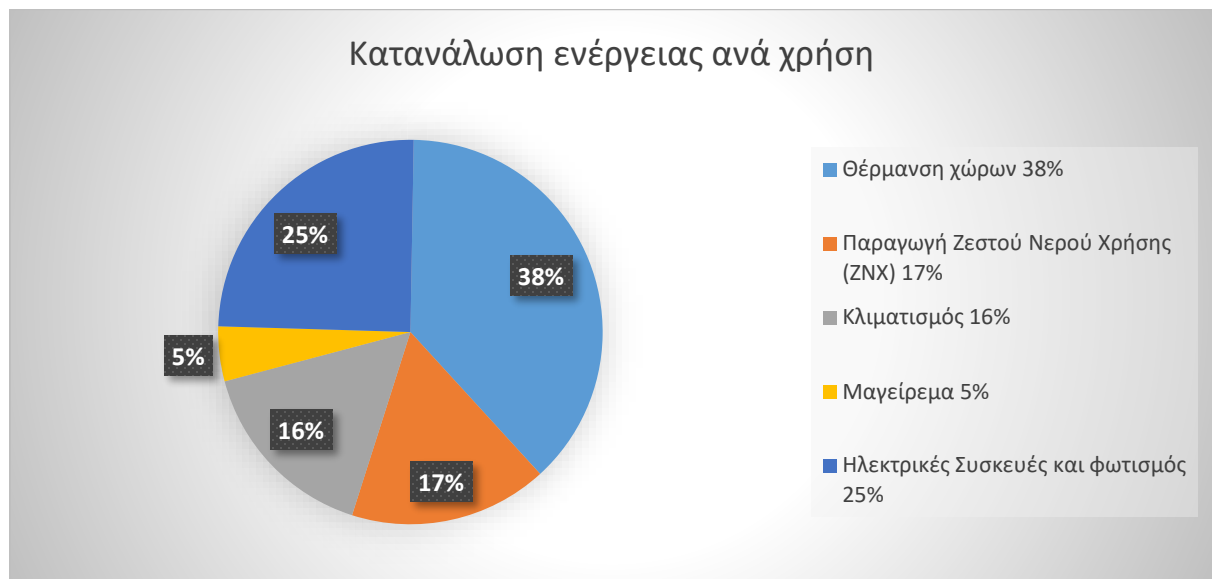
Στην Ελλάδα την περίοδο 2008-2015 παρατηρήθηκε μείωση στην κατανάλωση της ενέργειας σε όλους τους τομείς (βιομηχανικό, οικιακό και τριτογενή) η οποία αποδίδεται στην οικονομική ύφεση. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ανά κατηγορία χρήσης και χρονιά.

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ (GWh)					
ΧΡΟΝΙΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΣ	ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	ΑΛΛΟΙ
1990	46.543.120	12.028.013	7.576.712	35.606.315	59.180.034	587.838
1991	45.989.346	12.862.943	8.528.884	36.621.067	62.333.113	44.892
1992	44.819.089	12.374.913	8.983.070	36.958.372	63.950.253	0
1993	43.462.682	12.499.901	9.463.296	36.752.242	64.833.889	0
1994	43.544.430	12.613.654	10.258.823	37.336.708	65.170.729	0
1995	46.803.307	11.769.921	10.931.665	38.796.587	65.672.866	0
1996	49.484.487	12.300.551	11.904.003	45.996.394	67.624.031	0
1997	50.524.162	12.430.912	12.808.921	47.906.273	69.857.281	0
1998	51.248.339	12.672.897	13.984.970	49.560.629	76.068.748	0
1999	47.965.202	12.645.276	14.460.998	49.778.819	76.758.919	0
2000	51.929.462	12.983.767	15.324.002	53.000.899	75.102.830	279
2001	52.595.291	13.001.305	17.196.165	55.550.265	77.732.385	0
2002	51.848.273	13.557.219	18.019.673	57.923.785	78.871.776	0
2003	50.504.705	14.606.919	19.474.749	64.901.087	82.575.698	0
2004	47.447.399	12.980.755	20.848.171	63.723.305	84.166.391	24.504
2005	48.482.679	13.414.275	22.714.867	64.824.806	85.759.643	21.027

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ (GWh)						
ΧΡΟΝΙΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΣ	ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	ΑΛΛΟΙ
2006	49.333.274	13.736.775	24.304.339	64.816.653	88.202.699	21.027
2007	53.707.224	12.834.252	24.970.854	63.048.614	91.054.050	21.108
2008	49.212.112	12.757.052	25.935.540	61.295.299	88.255.581	21.108
2009	40.267.293	10.150.664	25.047.357	56.841.718	97.157.695	20.550
2010	40.388.792	9.285.718	22.764.643	54.271.302	86.956.196	20.643
2011	38.644.431	7.759.664	21.749.449	64.267.892	77.985.256	1.088.719
2012	34.837.560	3.308.165	22.569.073	59.266.654	65.308.800	5.476.474
2013	32.977.226	3.407.776	21.174.032	44.442.149	65.229.995	3.361.582
2014	35.916.929	2.977.047	19.934.146	44.715.896	65.540.830	3.086.974
2015	36.383.827	2.999.098	21.805.494	51.877.069	66.912.030	3.090.568
2016	35.740.409	3.148.439	23.696.439	50.575.125	68.582.668	2.931.737
2017	32.131.562	3.386.923	25.489.390	51.326.737	67.632.090	2.865.923
2018	31.852.872	3.064.831	24.345.928	45.523.867	68.584.483	2.851.653
2019	30.093.858	3.226.813	24.835.504	47.845.436	70.305.478	2.807.610
2020	29.348.282	3.225.011	22.137.531	49.897.550	59.799.797	4.027.434

Πίνακας 5 Κατανάλωση ενέργειας<sup>8</sup>

Σημαντικό ποσοστό της ενέργειας δαπανάται για την θέρμανση των χώρων, την χρήση ηλεκτρικών συσκευών και φωτισμού και ακολούθως για τον κλιματισμό και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση στον τριτογενή τομέα - Πηγή: EUROSTAT και ίδιες εκτιμήσεις

<sup>8</sup> EUROSTAT

Από τον παρακάτω πίνακα προκύπτει ότι οι ανάγκες των κτιρίων γραφείων καλύπτονται κυρίως με ηλεκτρισμό και ακολουθεί το πετρέλαιο (παρότι κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης μειώθηκε η χρήση του) και το φυσικό αέριο με μικρό ποσοστό.

ΜΟΡΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	2005	2010	2015
Ηλεκτρισμός	73%	79%	73%
Διανεμόμενη θερμότητα	0%	0%	0%
ΑΠΕ	0%	0%	1%
Βιομάζα	0%	0%	2%
Φυσικό Αέριο	4%	7%	8%
Πετρέλαιο και στερεά ορυκτά καύσιμα	23%	13%	17%

Πίνακας 6 Μέρηδια στην κατανάλωση ενέργειας στον τριτογενή τομέα <sup>9</sup>

Η θέρμανση των κτιρίων του τριτογενούς τομέα, γίνεται με πετρέλαιο και φυσικό αέριο που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μερίδιο με 55% και 29% αντίστοιχα. Υγραέριο και βιομάζα κατέχουν το 8% και 6% αντίστοιχα ενώ το μερίδιο της ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας είναι αμελητέο. (Εικόνα 2).



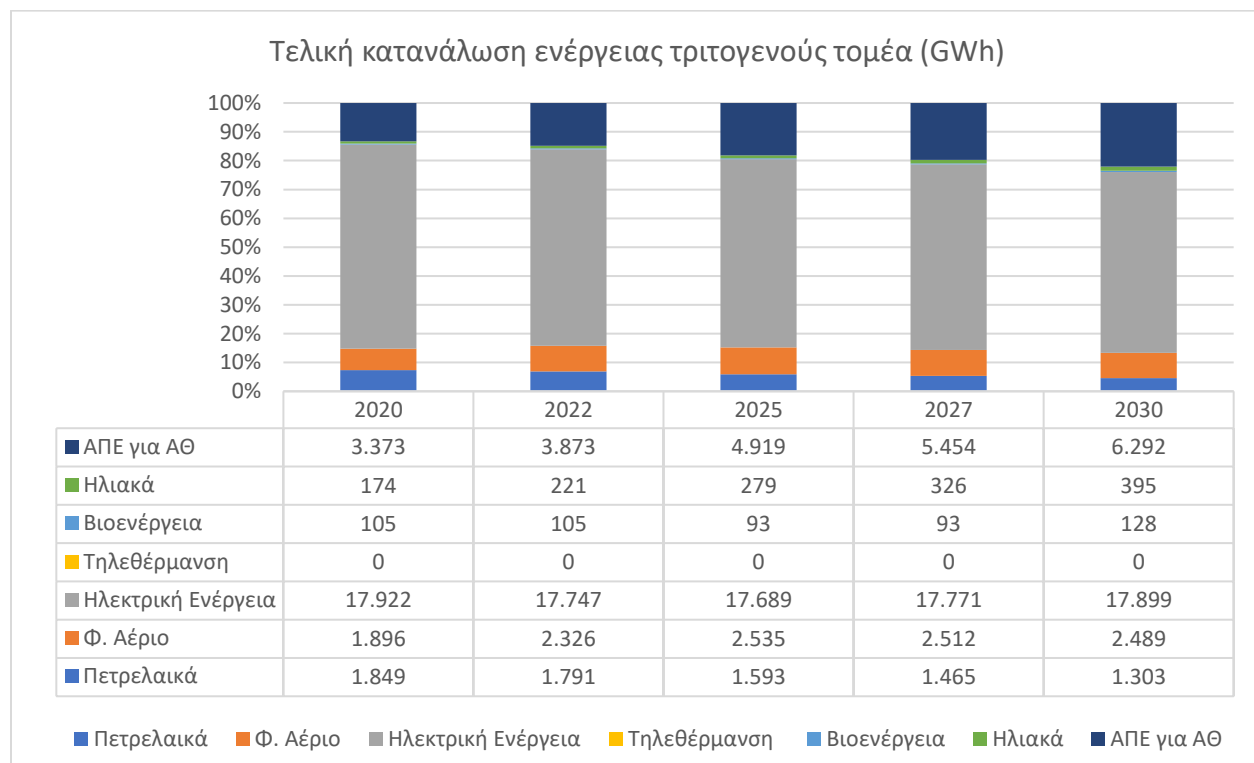
Εικόνα 2 Τελική κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά καύσιμο στον τριτογενή τομέα- Πηγή: συνδυασμός EUROSTAT και Heat Roadmap Data

### Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας στον τριτογενή τομέα

Η εκτίμηση του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (2019) για τον τριτογενή τομέα είναι ότι την επόμενη δεκαετία θα παρατηρηθεί αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας κατά 12%. Ωστόσο, συνεκτιμώντας τη συνεισφορά της θερμότητας περιβάλλοντος σε αυτή εκτιμάται ότι θα

<sup>9</sup> EUROSTAT

είναι σταθερή η κατανάλωση. Περαιτέρω και όσο αφορά στις τεχνολογίες εκτιμάται η διεύρυνση των αντλιών θερμότητας με ποσοστό συμμετοχής 22% το έτος 2030 έναντι 13% το έτος 2020. Δεδομένου ότι οι αντλίες θερμότητας μπορούν να εξυπηρετήσουν αφενός ανάγκες θέρμανσης αφετέρου ψύξης, προβλέπεται ότι θα αντικαταστήσουν παλαιά συστήματα θέρμανσης και ψύξης καθώς και κλιματιστικά μηχανήματα.



Πίνακας 7 Τελική κατανάλωση ενέργειας τριτογενή τομέα μέχρι το έτος 2030, σύμφωνα με το σενάριο επίτευξης στόχων (GWh)

Λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση των αντλιών θερμότητας, τη σταδιακή αντικατάσταση των παλαιών συστημάτων φωτισμού με νέα υψηλής ενεργειακής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένης της ενεργειακής αναβάθμισης του οδοφωτισμού, καθώς και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων συσκευών, διαφαίνεται ότι ο ηλεκτρισμός θα έχει μερίδιο της τάξης του 81-82%, με σταθερή κατανάλωση σε απόλυτα ενεργειακά μεγέθη. Τέλος, η αύξηση της κατανάλωσης του φυσικού αερίου κατά 31% την περίοδο 2020-2030, συνεισφέρει με τη σειρά της στη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας πετρελαίου κατά 30% την ίδια περίοδο, οδηγώντας εντέλει το πετρέλαιο να αντιπροσωπεύει μόνο το 8% της συνολικής κατανάλωσης, όταν κατά μέσο όρο την περίοδο 2000-2013 κατείχε το 15%.

## 2.3 Στόχοι για την Ενεργειακή απόδοση

Βασικός στόχος- πρόκληση της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι να γίνει η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος μέχρι το 2050. Ουδέτερο ενεργειακό αποτύπωμα σημαίνει ότι από το 2050 δεν θα πρέπει να εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από χώρες της Ευρώπης αέριοι ρύποι που ενοχοποιούνται για την Κλιματική Αλλαγή, καθώς εκτιμάται ότι με αυτόν τον τρόπο θα σταθεροποιηθεί η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη στον 1.5° C. Για να επιτευχθεί αυτό έχουν τεθεί επιμέρους στόχοι.

### Στόχοι για το 2030:

- μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, πάνω από 42% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους 1990 και σε πάνω από 56% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους 2005. Επισημαίνεται ότι αρχικά ο στόχος ήταν μείωση κατά 33% και 49% αντίστοιχα, ωστόσο αναθεωρήθηκε για να είναι δυνατή η μετάβαση σε μια οικονομία κλιματικής ουδετερότητας έως το έτος 2050.
- Ως προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχει τεθεί στόχος για τη συμμετοχή τους κατ' ελάχιστον κατά 35% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (αρχικά είχε τεθεί στόχος στο 31%). Ως προς την ηλεκτρική ενέργεια έχει τεθεί ως στόχος το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ να υπερβεί το 60%.

Ηλεκτροπαραγωγή (TWh)	2020	2022	2025	2027	2030
Βιομάζα & Βιοαέριο	0,4	0,5	0,8	1,0	1,6
Υ/Η	5,5	6,4	6,5	6,6	6,6
Αιολικά	7,3	10,1	12,6	14,4	17,2
Φ/Β	4,5	6,0	8,2	9,7	11,8
Ηλιοθερμικοί σταθμοί	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3
Γεωθερμία	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6
<b>Σύνολο</b>	<b>17,7</b>	<b>23,0</b>	<b>28,4</b>	<b>32,3</b>	<b>38,1</b>

Πίνακας 8 Εξέλιξη ηλεκτροπαραγωγής από μονάδες ΑΠΕ

- Ως προς τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, έχει τεθεί ως ποσοτικός στόχος η τελική κατανάλωση ενέργειας το έτος 2030 να είναι χαμηλότερη από αυτή του έτους 2017. Επιπρόσθετα, επιτυγχάνεται ποιοτικά μια βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 38%, με αποτέλεσμα η τελική κατανάλωση ενέργειας να μην ξεπεράσει τα 16,5 Mtoe το 2030 σύμφωνα με συγκεκριμένη ευρωπαϊκή μεθοδολογία, όπου ο αντίστοιχος κεντρικός ευρωπαϊκός στόχος ανέρχεται στο 32,5% και στο αρχικό σχέδιο ΕΣΕΚ είχε τεθεί στόχος στο 32%. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης αφορά στον κτιριακό τομέα με την ανακαίνιση του αποθέματος των δημόσιων κτιρίων καθώς και των κτιρίων που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του. Στόχος είναι να έχει επιτευχθεί ανακαίνιση στο 12-15% του κτιριακού αποθέματος. Επιπλέον, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης αφορά και στη βιομηχανία και στις μεταφορές.

- Τίθεται στόχος τουλάχιστον 7,3 Mtoe σωρευτικής εξοικονόμησης ενέργειας κατά την περίοδο 2021-2030.
- Τίθεται στόχος ετήσιας ενεργειακής ανακαίνισης του συνολικού εμβαδού της θερμικής ζώνης των κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης ίσος με 5.400 τ.μ., που αποτελεί το 3% του συνολικού εμβαδού.
- Η αναχαίτιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας κατά ποσοστό 20% έως το 2030.
- Άλλος κεντρικός στόχος είναι η απολιγνιτοποίηση, η δραστική και οριστική μείωση του μεριδίου λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το έτος 2028.
- Η διασύνδεση των νησιών στο ηπειρωτικό σύστημα, ώστε να αρθεί η ενεργειακή τους απομόνωση έως το 2028. Για τα νησιά που δεν θα καταστεί αυτό δυνατό ο στόχος είναι να λειτουργούν καινοτόμα υβριδικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.
- Αναφορικά με την ενεργειακή ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού τίθενται ποιοτικοί στόχοι:

1. αύξηση της διαφοροποίησης των ενεργειακών πηγών και των προμηθευτών που προέρχονται από τρίτες χώρες προκειμένου να μην υπάρχει εξάρτηση από ένα μόνο καύσιμο ή μία χώρα.

Τον χρόνο που συντάσσεται η παρούσα εργασία βρίσκεται σε εξέλιξη ο πόλεμος μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας ο οποίος έχει αναδείξει την αβεβαιότητα στον ενεργειακό εφοδιασμό. Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλει να προχωρήσει στην απεξάρτηση από την εισαγωγή ρωσικού πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα δεδομένου ότι με τα ποσά που καταβάλλονται στη Ρωσία για την ενέργεια χρηματοδοτείται ο πόλεμος. Παρότι μεταξύ των χωρών της Ε.Ε. συζητείται το εμπάργκο στην εισαγωγή πετρελαίου από τη Ρωσία, υπάρχουν διαφωνίες λόγω της υψηλής εξάρτησης από αυτή: χώρες όπως η Ουγγαρία, που εξαρτάται κατά 58% από το ρωσικό πετρέλαιο και αέριο, αλλά και η Σλοβακία, που εξαρτάται κατά 96%, καθώς και η Τσεχία, χρειάζονται χρόνο για εναλλακτικές. Για την αντιμετώπιση της κρίσης, η Ε.Ε. παρουσίασε το πρόγραμμα REPowerEU με το οποίο στοχεύει την αποδέσμευση της Ε.Ε. από τη Ρωσία πριν το 2030.

Με το REPowerEU προτείνονται δέσμες μέτρων (βραχυχρόνιων και μακροχρόνιων). Τα βραχυπρόθεσμα μέτρα αφορούν στην προμήθεια φυσικού αερίου, LNG και υδρογόνου μέσω της ενεργειακής πλατφόρμας της Ε.Ε., στη συνεργασία με νέους προμηθευτές, στην επιτάχυνση των έργων ΑΠΕ, στην αύξηση της παραγωγής βιομεθανίου, στην έγκριση των πρώτων έργων υδρογόνου σε όλη την Ε.Ε. έως το καλοκαίρι, στην ενημέρωση των πολιτών/ επιχειρήσεων για εξοικονόμηση ενέργειας, κατάρτιση σχεδίων για τη μείωση της ζήτησης σε περίπτωση διακοπής της παροχής αερίου. Τα μακροπρόθεσμα σχέδια αφορούν στη σύνταξη εθνικών σχεδίων για τη στήριξη επενδύσεων και μεταρρυθμίσεων ύψους

300 δις €, στην προώθηση της απανθρακοποίησης της βιομηχανίας με έργα 3δις€, σε νέο νομοθετικό πλαίσιο για τη γρήγορη αδειοδότηση έργων ΑΠΕ, στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά 13% έως το 2030, στην αύξηση των ΑΠΕ, στα ρυθμιστικά μέτρα για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στον τομέα των μεταφορών, στην κατασκευή επιταχυντή υδρογόνου ισχύος 17,5 GW έως το 2025.

2. Βέλτιστη αξιοποίηση και χρήση εγχώριων ενεργειακών πηγών η οποία προϋποθέτει την αναγνώριση των δυνατοτήτων, με σκοπό τη χρήση ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή όσο και για άμεση διάθεση και χρήση στην τελική κατανάλωση. Περαιτέρω, τίθεται ως στόχος η έρευνα για εξόρυξη και εκμετάλλευση εγχώριων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων.
3. Ανάδειξη χώρας ως περιφερειακού ενεργειακού κόμβου με την ολοκλήρωση των υφιστάμενων διασυνδέσεων και του σχεδιασμού νέων διεθνών διασυνδέσεων με αγωγούς από τρίτες χώρες. Επιπρόσθετα, οι δράσεις αυτές θα συμβάλουν ταυτόχρονα και στη διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών και των οδών προμήθειας από τρίτες χώρες. Προωθείται η α) β' διασύνδεση Ελλάδας – Βουλγαρίας, β) υποστήριξη μέσω της υλοποίησης της διασύνδεσης της Κρήτης του έργου διασύνδεσης Ελλάδας - Κύπρου – Ισραήλ, γ) αναβάθμιση διασύνδεσης Ελλάδας – Δημοκρατία Βόρειας Μακεδονίας.

### **Στόχοι για το 2050:**

Στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4122/2013 (Α' 42) με τον οποίο ενσωματώθηκε η Οδηγία 2010/31/ΕΕ (L 153) για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (ΟΕΑΚ), όπως αυτή αναθεωρήθηκε το 2018 με την Οδηγία 2018/844/ΕΕ (L 1561) *απαιτείται η σύνταξη Μακροπρόθεσμης Στρατηγικής για την Ανακαίνιση του Κτιριακού Αποθέματος με την οποία δίνεται ιδιαίτερη έμφαση και αναδεικνύεται η σπουδαιότητα του τομέα της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος, αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, με στόχο τη μετατροπή του σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης και απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές κτιριακό απόθεμα έως το 2050, διευκολύνοντας την οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.*

Με το ΦΕΚ 974Β 2021 εγκρίθηκε η έκθεσης μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050.

Σύμφωνα με την έκθεση και λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι το μερίδιο του κτιριακού τομέα στην τελική κατανάλωση ενέργειας αγγίζει σήμερα περίπου το 40%, η μεγάλης κλίμακας και έντασης ανακαίνιση του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος και η κατασκευή νέων κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης κρίνεται αναγκαία, καθώς έτσι θα επιτευχθούν σημαντικά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας και κόστους για τους πολίτες, ενώ θα βελτιωθούν και οι συνθήκες άνεσης, ασφάλειας και υγείας κατά τη χρήση των κτιρίων. Σε αυτό το πλαίσιο, η Μακροπρόθεσμη Στρατηγική Ανακαίνισης προκρίνει τη δραστική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>



στους κτιριακούς τομείς έως το 2050, λαμβάνοντας υπ' όψιν μέτρα, τα οποία βρίσκονται ήδη σε τροχιά υλοποίησης για την επίτευξη των κλιματικών και ενεργειακών στόχων του 2020, καθώς και επιπλέον μέτρα, πολιτικές και δείκτες προόδου που περιλαμβάνονται στο ΕΣΕΚ για την περίοδο 2020-2030 και στο σχέδιο Μακροχρόνιας Στρατηγικής για το διάστημα 2030-2050. Προκειμένου το κτιριακό απόθεμα να προσεγγίζει μηδενικό ισοζύγιο ενέργειας απαιτείται:

- i. να εφαρμοσθούν αυστηρές προδιαγραφές για τα νέα κτίρια αναφορικά με την ενεργειακή επίδοση του κελύφους και
- ii. να γίνει μεγάλης έκτασης ενεργειακή αναβάθμιση των παλαιών κτιρίων, ώστε το σύνολο σχεδόν του κτιριακού αποθέματος το 2050 να είναι ενεργειακά αναβαθμισμένο.

Επειδή ο ρυθμός κατασκευής νέων κτιρίων είναι σχετικά μικρός και με βάση τα ιστορικά στοιχεία αναμένεται να παρουσιάσει χαμηλή αυξητική τάση στο μέλλον, η ενεργειακή αναβάθμιση παλαιών κτιρίων είναι πολύ μεγάλης σημασίας. Με στόχο να διασφαλιστεί εθνικό κτιριακό δυναμικό υψηλής ενεργειακής απόδοσης και απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και να διευκολυνθεί η οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, η Μακροπρόθεσμη Στρατηγική Ανακαίνισης, στο πλαίσιο εφαρμογής της ΟΑΕΚ και της Σύστασης 2019/786/ΕΕ (L 127)7 για την ανακαίνιση των κτιρίων, συγκροτείται με βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

- Επισκόπηση του εθνικού κτιριακού δυναμικού
- Τεχνικοοικονομικά βέλτιστες προσεγγίσεις για την ανακαίνιση του κτιριακού δυναμικού
- Εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας και του γενικότερου οφέλους που προκύπτει
- Χάρτης πορείας με μέτρα και μετρήσιμους εθνικούς δείκτες προόδου, ενόψει του μακροπρόθεσμου στόχου του 2050 για μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου στην Ένωση κατά 80-95% σε σχέση με το 1990
- Ενδεικτικά ορόσημα για το 2030, το 2040 και το 2050
- Πολιτικές βασιζόμενες σε κατάλληλους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση των κτιρίων με στόχο την επίτευξη των στόχων.

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, αναλύοντας τα εξεταζόμενα σενάρια της ανάλυσης βέλτιστους κόστους και συνεκτιμώντας την πρόβλεψη για τη συμμετοχή ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα, επιλέγονται τα κάτωθι όρια ενέργειας για κτίρια τριτογενούς τομέα:

- Για τα νέα κτίρια τριτογενούς τομέα, ανώτατο όριο χρήσης πρωτογενούς ενέργειας 85 kWh/m<sup>2</sup>, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 20%.
- Για τα υφιστάμενα κτίρια τριτογενούς τομέα, ανώτατο όριο χρήσης πρωτογενούς ενέργειας 90 kWh/m<sup>2</sup>, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 15%.

## 2.4 Προκλήσεις

Η κύρια πρόκληση είναι οι πολλές διαφορετικές παράμετροι που δημιουργούν αβεβαιότητα, όπως η κλιματική αλλαγή, η αλλαγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς, η αλλαγή της κυβερνητικής πολιτικής κ.λπ., οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την επιλογή των τεχνολογιών αναβάθμισης και ως εκ τούτου την επιτυχία ενός έργου αναβάθμισης. Περαιτέρω, οι διάφορες εγκατεστημένες τεχνολογίες στα κτίρια είναι εξαιρετικά διαδραστικές και ως εκ τούτου τα μέτρα αναβάθμισης μπορούν να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στα επί μέρους συστήματα κτιρίων λόγω των αλληλεπιδράσεων, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα η επιλογή των τεχνολογιών αναβάθμισης να γίνεται πολύ περίπλοκη. Η αντιμετώπιση αυτών των αβεβαιοτήτων και των αλληλεπιδράσεων είναι μια σημαντική τεχνική πρόκληση. Άλλες προκλήσεις μπορεί να περιλαμβάνουν οικονομικούς περιορισμούς και εμπόδια, μεγάλες περιόδους απόσβεσης και διακοπές λειτουργίας. Επιπλέον, η προθυμία των ιδιοκτητών κτιρίων να προβούν σε ανακαινίσεις είναι μια άλλη πρόκληση, εάν δεν υπάρχει οικονομική υποστήριξη από την κυβέρνηση, ιδιαίτερα δεδομένου ότι το κόστος βαρύνει τον ιδιοκτήτη και το όφελος το καρπώνεται ο μισθωτής/ χρήστης. Από την άλλη πλευρά, η μετασκευή ενός κτιρίου προσφέρει μεγάλες ευκαιρίες για βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση, αυξημένη παραγωγικότητα προσωπικού, μειωμένο κόστος συντήρησης και καλύτερη θερμική άνεση. Μπορεί επίσης να βοηθήσει στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας και της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, στη μείωση της έκθεσης στην αστάθεια των τιμών της ενέργειας, στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της βιωσιμότητας των κτιρίων<sup>10</sup>.

Για την ανάλυση των προκλήσεων στην ενεργειακή αναβάθμιση, μπορούμε να διακρίνουμε δύο άξονες:

**Στην αγορά εξοικονόμησης ενέργειας (market barriers):** δηλαδή σχετικά με το θεσμικό πλαίσιο, την ύπαρξη διαθέσιμου κεφαλαίου για επενδυτικές δαπάνες, την έλλειψη ή την περιορισμένη πρόσβαση σε κεφαλαιακές ροές, τεχνικά εμπόδια, ανυπαρξία ή χαμηλή ποιότητα παρεχόμενων ενεργειακών υπηρεσιών.

- οι πολιτικές της χώρας θέτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα κτίρια. Περαιτέρω, οι κυβερνήσεις μπορούν να παρέχουν οικονομική υποστήριξη και επιδοτήσεις για να βοηθήσουν τους ιδιοκτήτες και τους κατασκευαστές κτιρίων στην επίτευξη των απαιτούμενων στόχων ενεργειακής απόδοσης.
- Το διαθέσιμο κεφάλαιο και οι προσδοκίες των επενδυτών καθορίζουν τους στόχους του έργου και επομένως καθορίζουν το είδος των δράσεων που θα υιοθετηθούν. Οι Harris κ.α.<sup>11</sup> προσδιόρισαν τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση μιας επιχείρησης για επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός παραγόντων που εμπλέκονται και ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος κανόνας λήψης

<sup>10</sup> P. Sweatman, K. Managan Financing Energy Efficiency Building Retrofits: International Policy and Business Model Review and Regulatory Alternatives for Spain Climate Strategy and Partners, Spain (2010)

<sup>11</sup> J. Harris, J. Anderson, W. Shafron Investment in energy efficiency: a survey of Australian firms Energy Policy, 28 (2000), pp. 867-876

αποφάσεων είναι η περίοδος απόσβεσης. Περαιτέρω, σύμφωνα με τον Alajmi<sup>12</sup> σε κτίρια που λήφθηκαν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας χωρίς ή με χαμηλή επένδυση κεφαλαίου εξοικονομήθηκε μόνο το 6,5% της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων, ενώ σε κτίρια που λήφθηκαν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας με σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου μπορεί να εξοικονομηθεί έως και 49,3% της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας.

- σε πολλές περιοχές υπάρχουν ειδικοί κανόνες προστασίας της πολιτισμικής και αρχιτεκτονικής κληρονομιάς στους οποίους θα πρέπει να συμμορφώνονται οι όποιες επεμβάσεις για την αναβάθμιση
- οι ιδιαίτερες γεωγραφικές και κλιματολογικές συνθήκες δημιουργούν ειδικές συνθήκες και ανάγκες.
- Η αποτελεσματικότητα μιας ανακαίνισης κτιρίου εξαρτάται επίσης από τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (π.χ. δόμηση, χρονολογία κατασκευής, χωροθέτηση και προσανατολισμός).

**Στη συμπεριφορά των χρηστών/ καταναλωτών (non-market barriers):** δηλαδή σχετικά με την ανεπαρκή πληροφόρηση των καταναλωτών, την αβεβαιότητα σχετικά με τις εξελίξεις σε επίπεδο τιμών ενέργειας και τεχνολογιών, καθώς και την ανεπαρκή εξοικείωση με τεχνικά ζητήματα, με αποτέλεσμα ο χρήστης/ καταναλωτής να είναι ανέτοιμος να κρίνει/ αξιολογήσει τα οφέλη της ενεργειακής αναβάθμισης.

## 2.5 Κίνητρα για την ενεργειακή αναβάθμιση

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης αποτελεί προτεραιότητα και οδηγό για την πολιτική σε κάθε τομέα καθώς είναι η συνθήκη προκειμένου να επιτυγχάνεται οτιδήποτε με το βέλτιστο οικονομικό και κοινωνικό τρόπο. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης επιτυγχάνεται μείωση του ενεργειακού κόστους, μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, μείωση ενεργειακού κόστους, η βελτίωση της άνεσης στα κτίρια καθώς και η αύξηση της προστιθέμενης αξίας.

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, για την επίτευξη της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης προβλέπονται μέτρα για τον κτιριακό τομέα που αφορούν αφενός στο δημόσιο τομέα για την ανακαίνιση και βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης του αποθέματος των δημόσιων κτιρίων, μέσω της συμμετοχής των εταιρειών ενεργειακών υπηρεσιών (ESCO) και αφετέρου στον ιδιωτικό τομέα με κίνητρα για παρεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στο ιδιωτικό απόθεμα κτιρίων. Για την επίτευξη των στόχων απαραίτητη είναι η βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων δημοσίων και ιδιωτικών χρηματοδοτικών εργαλείων ώστε να επιτευχθεί η μεγιστοποίηση των οφελών προς όφελος των τελικών καταναλωτών.

---

<sup>12</sup> A. Alajmi Energy audit of an educational building in a hot summer climate Energy and Buildings, 47 (2012), pp. 122-130

Οι προτεραιότητες που έχουν τεθεί προκειμένου να επιτευχθεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι:

- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης δημοσίων κτιρίων και υποδειγματικός ρόλος δημοσίου τομέα- βελτίωση μικροκλίματος του αστικού δημόσιου χώρου
- Στρατηγική ανακαίνισης κτιριακού αποθέματος οικιακού και τριτογενή τομέα
- Προώθηση συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης από ΕΕΥ (Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών)
- Προώθηση μηχανισμών αγοράς
- Προώθηση καινοτόμων χρηματοδοτικών εργαλείων για μόχλευση ιδιωτικών κεφαλαίων και συμμετοχή χρηματοπιστωτικού τομέα
- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης και ανταγωνιστικότητας βιομηχανικού τομέα
- Πλαίσιο αντικατάστασης ρυπογόνων επιβατικών και φορτηγών οχημάτων
- Ανάπτυξη υποδομών και σχεδίων για μετατόπιση μεταφορικού έργου
- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης υποδομών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου
- Προώθηση παρεμβάσεων εκσυγχρονισμού υποδομών ύδρευσης/ αποχέτευσης και άρδευσης
- Προώθηση αποδοτικής θέρμανσης και ψύξης
- Εκπαίδευση ενημέρωση επαγγελματιών και καταναλωτών για ενεργειακά και αποδοτικά εξοπλισμό και ορθολογική χρήση ενέργειας

#### **Οικονομικά μέτρα για την ενίσχυση της αναβάθμισης ως προς τον τριτογενή τομέα/Ανταγωνιστικές διαδικασίες για την εξοικονόμηση ενέργειας:**

Σκοπός της μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του κτιριακού αποθέματος αποτελεί η τεχνική-οικονομική ανάλυση και η ανάδειξη αποδοτικά βέλτιστων μέτρων για την εκπλήρωση του υψηλού ρυθμού ανακαίνισης του κτιριακού αποθέματος που έχει τεθεί. Πιο συγκεκριμένα, τα χρηματοδοτικά προγράμματα ανακαίνισης των κτιρίων τόσο του οικιακού, όσο και του τριτογενή τομέα θα υλοποιούνται με προσαρμογή και βελτίωση του υφιστάμενου χρηματοδοτικού μοντέλου αποσκοπώντας στην αύξηση των υφιστάμενων επιπέδων μόχλευσης από τους ωφελούμενους. Στόχος των συγκεκριμένων προγραμμάτων αποτελεί:

- η αύξηση των δυνητικά ωφελούμενων,
- η απλοποίηση της πιστοποίησης των παρεμβάσεων, με τη χρήση στοιχείων μοναδιαίου κόστους

- η πιο ενεργή συμμετοχή των εγχώριων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων στη χρηματοδότηση των απαιτούμενων παρεμβάσεων και
- η προώθηση της πρωτοπορίας στην εγχώρια κατασκευαστική και μεταποιητική βιομηχανία.

Για την περίπτωση των λοιπών κτιρίων του τριτογενή τομέα έμφαση θα δοθεί στην υιοθέτηση νέων-έξυπνων τεχνολογιών και θα επιδιωχθεί τόσο η επίτευξη βέλτιστης σχέσης κόστους αποτελέσματος, όσο και η προστασία της ισότιμης πρόσβασης των ενδιαφερομένων μερών. Παράλληλα, εναλλακτικοί μηχανισμοί χρηματοδότησης θα υιοθετηθούν όπως ενδεικτικά είναι οι Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης.

Η λήψη νέων κανονιστικών μέτρων (στο πλαίσιο και της αναθεώρησης της οδηγία 2010/31/ΕΕ με την Οδηγία 2018/844/ΕΕ) θα στοχεύσει τόσο στη διαμόρφωση του κατάλληλου πλαισίου, όσο και στη δημιουργία κινήτρων για τη μεγιστοποίηση του αριθμού των κτιρίων που θα υπερβαίνουν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Ενδεικτικά προβλέπονται οι ακόλουθες κανονιστικές προβλέψεις:

- Μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2023 όλα τα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές θα πρέπει να κατατάσσονται στην ενεργειακή κατηγορία Β και άνω σύμφωνα με το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ).
- Κάθε νέα μίσθωση ή αγορά κτιρίου ή κτιριακής μονάδας από φορείς της κεντρικής κυβέρνησης, από 01/01/2021, πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (ενεργειακή κατηγορία Α και άνω).
- Για κάθε κτίριο ή κτιριακή μονάδα που διατίθεται προς πώληση ή προς εκμίσθωση από 01/01/2021, δηλώνεται ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης σε όλες τις εμπορικές διαφημίσεις.

Στην κατεύθυνση της αύξησης των Κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας έχουν θεσμοθετηθεί τα παρακάτω κίνητρα:

**Νόμος 4067/2012 Νέος Οικοδομικός Κανονισμός:** Στο άρθρο 25 (όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 115 Ν.4759/2020) προβλέπονται: *Εάν το κτίριο κατατάσσεται, σύμφωνα με τη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ), στην ανώτερη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), που εγκρίθηκε με την υπό στοιχεία ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30.6.2017 κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Β' 2367), ο συντελεστής δόμησης αυξάνεται κατά 5 %. Σε κτίρια με χρήση κατοικίας με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μικρότερης του 16% του Κτιρίου Αναφοράς του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), σύμφωνα με την Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ), ο συντελεστής δόμησης αυξάνεται κατά 10%. Αντίστοιχα, σε κτίρια χρήσεων πλην της κατοικίας, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μικρότερη του 16% του Κτιρίου Αναφοράς, που παρουσιάζουν ταυτόχρονα εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση, ο συντελεστής δόμησης αυξάνεται κατά 10%.*

**Νόμος 4495/2017, Έλεγχος και προστασία του Δομημένου Περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις:** Στο άρθρο 102 παρ.7 προβλέπεται: *Αν για την υπαγωγή αυθαίρετων κατασκευών και χρήσεων*

*ολοκληρωθούν εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης με βάση μελέτη αρμόδιου μηχανικού, το ενιαίο ειδικό πρόστιμο μειώνεται κατά το κόστος αυτών και έως: α) πενήντα τοις εκατό (50%) για υπερβάσεις έως 250 τ.μ. σε οριζόντιες ή κάθετες ιδιοκτησίες με χρήση κατοικίας και έως 500 τ.μ. σε οριζόντιες ή κάθετες ιδιοκτησίες με άλλες χρήσεις πλην κατοικίας, β) τριάντα τοις εκατό (30%) για υπερβάσεις άνω των ανωτέρω αναφερομένων.*

N.4172/2013: Φορολογικά κίνητρα με τον Καθορισμό προσαύξησης συντελεστή απόσβεσης του άρθρου 24 αναφορικά με δαπάνες που αφορούν σε επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης

## 2.6 Παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων γραφείων

Η παραπάνω ανάλυση υποδεικνύει την αναγκαιότητα της αναβάθμισης υφιστάμενων κτιρίων στην κατεύθυνση της χρήσης νέων υλικών και τεχνολογιών προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, παρακάμπτοντας τις προκλήσεις που διαπιστώνονται. Εξάλλου, η ανακατασκευή των κτιρίων, ως αποτελεσματική προσέγγιση για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και τη λειτουργία του έχει σχετικά χαμηλότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο από τη νέα κατασκευή.

Με την παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση των υλοποιήσιμων επεμβάσεων σε υφιστάμενα κτίρια. Για την ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων πρέπει να εξεταστεί η αρχιτεκτονική του κάθε κτιρίου σε σχέση με τη δυνατότητα εφαρμογής των διάφορων εναλλακτικών/ επεμβάσεων ενώ παράλληλα, απαιτείται ο έλεγχος του κόστους των επεμβάσεων, η εξοικονόμηση που εκτιμάται από την εν λόγω επέμβαση καθώς και η απόσβεση του κόστους σε βάθος χρόνου. Η ανακατασκευή είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες όπως οι πολιτικές και οι κανονισμοί, οι διαθέσιμοι πόροι και οι επιδιωκόμενοι στόχοι, οι τεχνικές, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, ο ανθρώπινος παράγοντας και άλλες αβεβαιότητες. Η πλήρης διαδικασία για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου μπορεί να περιλαμβάνει ενεργειακό έλεγχο και αξιολόγηση της απόδοσης και προσδιορισμό των μέτρων για την αναβάθμιση, ποσοτικοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας, οικονομική ανάλυση, εκτίμηση κινδύνου και μέτρηση και επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας<sup>13</sup>.

Οι δύο μεγάλες προκλήσεις και τα κρίσιμα βήματα για τη λήψη αποφάσεων είναι η ποσοτικοποίηση του οφέλους και η οικονομική ανάλυση. Ένα σχετικά πιο αξιόπιστο ενεργειακό μοντέλο μπορεί να υποστηρίξει της ακριβή εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας διαφόρων σεναρίων αναβάθμισης ωστόσο η ενεργειακή προσομοίωση υφιστάμενων παλαιών κτιρίων με ελλιπή δεδομένα είναι ιδιαίτερος δύσκολη. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η προσομοίωση του κτιρίου είναι απαραίτητη για τη δημιουργία ενός αξιόπιστου ενεργειακού μοντέλου

---

<sup>13</sup> C. Deb, A. Schlueter Review of data-driven energy modelling techniques for building retrofit Renew. Sustain. Energy Rev., 144 (2021), p. 110990, 10.1016/j.rser.2021.110990

προκειμένου να εκτιμηθούν τα πλεονεκτήματα των σεναρίων αναβάθμισης<sup>14</sup>. Καθώς η ανακατασκευή του κτιρίου απαιτεί ένα σημαντικό ποσό αρχικής επένδυσης (με σκοπό την ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας), οι ιδιοκτήτες κτιρίων είναι σκεπτικοί για τα οφέλη της επένδυσης.<sup>15</sup> Ως εκ τούτου, η ανάλυση κόστους- οφέλους είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση των οικονομικών επιπτώσεων διαφορετικών σεναρίων αναβάθμισης και τη λήψη τεκμηριωμένων και αποτελεσματικών αποφάσεων. Για να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη πρόβλεψη της εξοικονόμησης ενέργειας, η προσομοίωση του κτιρίου είναι απαραίτητη ούτως ώστε, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες μεταβλητές η εκτίμηση να προσεγγίζει τις πραγματικά μετρούμενες τιμές<sup>16</sup>. Η κύρια πρόκληση στη προσομοίωση του κτιρίου και τη δημιουργία του μοντέλου είναι η διαθεσιμότητα δεδομένων του κτιρίου<sup>17</sup>. Τα παλιά κτίρια μπορεί να έχουν στο ιστορικό τους ανακαινίσεις, αναβαθμίσεις συστημάτων, αλλαγές στη διάταξη και αλλαγές διαχείρισης κατά τη διάρκεια των ετών, και για τα οποία δεν υπάρχει επαρκής πληροφορία. Επιπλέον, οι υπάρχουσες κατόψεις του κτιρίου, μελέτες και πληροφορίες του εξοπλισμού είναι συνήθως παρωχημένες και με δυσκολία να ανακτηθούν. Επομένως, η ανάπτυξη του μοντέλου του κτιρίου συχνά εξαρτάται από τη γνώση, την εμπειρία και την κρίση των μελετητών. Οι αυτοψίες και η επικοινωνία με τους συντηρητές των εγκαταστάσεων είναι επίσης χρήσιμες για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τον εξοπλισμό του κτιρίου και τις συνθήκες λειτουργίας.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες, θα πρέπει να γίνουν εύλογες υποθέσεις<sup>18</sup>.

Λόγω των περιορισμών των διαθέσιμων πόρων και του προϋπολογισμού της επένδυσης, η οικονομική αξιολόγηση του κόστους και του οφέλους των εναλλακτικών στρατηγικών αναβάθμισης είναι μεγάλης σημασίας, αλλά δύσκολη λόγω της πολυπλοκότητας της συμπεριφοράς των χρηστών, των κλιματικών χαρακτηριστικών και της λειτουργίας του κτιρίου. Η ανάλυση κόστους οφέλους χρησιμοποιείται για την επιλογή των πιο οικονομικά αποδοτικών εναλλακτικών αναβάθμισης αναλύοντας τη βιωσιμότητα του έργου χρησιμοποιώντας την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV), το Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης (IRR) κλπ<sup>19</sup>.

Οι συνήθεις επεμβάσεις που συναντώνται στα κτίρια είναι:

---

<sup>14</sup> S. Martínez, P. Eguía, E. Granada, A. Moazami, M. Hamdy A performance comparison of multi-objective optimization-based approaches for calibrating white-box building energy models Energy Build., 216 (2020), [10.1016/j.enbuild.2020.109942](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109942)

<sup>15</sup> J. Lee, M. McCuskey Shepley, J. Choi Exploring the effects of a building retrofit to improve energy performance and sustainability: a case study of Korean public buildings J. Build. Eng., 25 (2019)

<sup>16</sup> T.A. Reddy Literature review on calibration of building energy simulation programs; uses, problems, procedures, uncertainty, and tools Build. Eng., 112 (2006), p. 226

<sup>17</sup> D. Coakley, P. Raftery, M. Keane A review of methods to match building energy simulation models to measured data Renew. Sustain. Energy Rev., 37 (2014), pp. 123-141, [10.1016/j.rser.2014.05.007](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.007)

<sup>18</sup> D. Hou, I.G. Hassan, L. Wang Review on building energy model calibration by Bayesian inference Renew. Sustain. Energy Rev., 143 (2021), p. 110930, [10.1016/j.rser.2021.110930](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110930)

<sup>19</sup> R.W. Amstalden, M. Kost, C. Nathani, D.M. Imboden Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sector: the effects of policy instruments and energy price expectations Energy Pol., 35 (2007), pp. 1819-1829, [10.1016/j.enpol.2006.05.018](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.05.018)

### **Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος:**

- **Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους** (εξωτερική ή εσωτερική): με τη θερμομόνωση επιτυγχάνεται ο περιορισμός των θερμικών απωλειών, ενώ σε περίπτωση που γίνει εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης επιτυγχάνεται και θερμοχωρητικότητα (αποθήκευση θερμότητας των τοίχων). Η εσωτερική θερμομόνωση είναι χαμηλότερου κόστους ενώ δεν επηρεάζει τις όψεις του κτιρίου ωστόσο δεσμεύει ωφέλιμη επιφάνεια του κτιρίου. Σε κάθε περίπτωση, η εργασία αφορά στην προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης στην υφιστάμενη κατασκευή και διαμόρφωση τελικής επιφάνειας.
- **Στεγανοποίηση και θερμομόνωση της στέγης:** αποτελεί σημαντική παρέμβαση δεδομένης της συνεχούς έκθεσης της στα καιρικά φαινόμενα. Η εργασία αφορά στην προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης και στεγανοποιητικών φύλλων και τη διαμόρφωση τελικής επιφάνειας.
- **Αλλαγή κουφωμάτων και αντικατάσταση παλαιών υαλοπινάκων:** στοχεύει στη μείωση των θερμικών απωλειών το χειμώνα και κερδών το καλοκαίρι από τις διαφανείς επιφάνειες. Η εργασία αφορά στην τοποθέτηση νέων κουφωμάτων/ υαλοπινάκων με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και θερμοδιακοπή. Περαιτέρω μπορεί να εξεταστεί και η τοποθέτηση σκiasμού για τη μείωση των θερμικών κερδών κατά τη θερινή περίοδο.

### **Ενεργειακή αναβάθμιση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων:**

- **Εγκαταστάσεις θέρμανσης:** δεδομένου ότι σημαντική μερίδα της ενέργειας που καταναλώνεται αφορά στη θέρμανση/ ψύξη, είναι απαραίτητη η αναβάθμιση των συστημάτων. Η αναβάθμιση αφορά στη χρήση πιο σύγχρονης τεχνολογίας, αντλίας θερμότητας ή λέβητα φυσικού αερίου. Ως σημαντικές επεμβάσεις αναφέρονται η αντικατάσταση παλιού κυκλοφορητή με έναν κυκλοφορητή inverter την τοποθέτηση συσκευής αντιστάθμισης. Εξάλλου, στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης είναι και η εγκατάσταση ηλιοθερμικών συστημάτων συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης.
- **Εγκαταστάσεις ψύξης – κλιματισμού:** Η ανάγκη για κλιματισμό τους θερινούς μήνες στην Ελλάδα είναι αδήριτη ωστόσο οι εγκαταστάσεις κλιματισμού απαιτούν σημαντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Στην κατεύθυνση της πιο βιώσιμης λειτουργίας μπορούν να επιχειρηθούν οι ενέργειες όπως η ρύθμιση στη σωστή θερμοκρασία, η σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος και η επιλογή εξοπλισμού υψηλής ενεργειακής κλάσης.
- **Φωτισμός:** Μεγάλο ποσοστό της καταναλώμενης ενέργειας δαπανάται για το φωτισμό των κτιρίων. Προκειμένου να γίνεται ορθολογική χρήση, απαιτείται στο σχεδιασμό να λαμβάνονται υπόψη οι λειτουργικές ανάγκες του κτιρίου και της εργασίας ώστε να επιλέγονται λαμπτήρες και φωτιστικά σώματα, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλή απόδοση, και να εφαρμόζονται αυτοματοποιημένα συστήματα ρύθμισης των επιπέδων φωτισμού. Περαιτέρω στο σχεδιασμό του τεχνητού φωτισμού λαμβάνονται



υπόψη ο φυσικός φωτισμός του κτιρίου, οι απαιτήσεις στους επιμέρους χώρους του κτιρίου (π.χ. χώρος εργασίας, διάδρομος). Πρέπει να ελέγχεται ότι με τα φωτιστικά σώματα που επιλέγονται σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται συνολικός βαθμός απόδοσής τους (Light Output Ratio, LOR) να είναι μεγαλύτερος από 0,65 καθώς και οπτική άνεση.

- **Αυτοματισμοί για τον έλεγχο Η/Μ εγκαταστάσεων :** Με τα BMS επιχειρείται να γίνει κεντρική διαχείριση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου μέσω λογισμικών. Σκοπός είναι ο έλεγχος της κατανάλωσης της ενέργειας (και των συνθηκών άνεσης που επιτυγχάνονται) και άρα και η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου προκειμένου να γίνεται εξοικονόμηση (ενέργειας και κόστους). Υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθούνται τα συστήματα θέρμανσης-κλιματισμού, παθητικά συστήματα δροσισμού και θέρμανσης, την εγκατάσταση φωτισμού, την ποιότητα του αέρα, τις εγκαταστάσεις ασφαλείας, κ.α.
- **Χρήση και αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:** Με τη χρήση ΑΠΕ επιχειρείται η μείωση της κατανάλωσης συμβατικών μορφών ενέργειας και του ενεργειακού αποτυπώματος. Αναλόγως της χρήσης και των απαιτήσεων του κτιρίου, είναι δυνατή η εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής θερμικής ενέργειας, όπως ενεργητικά συστήματα με ηλιακούς συλλέκτες, συστήματα γεωθερμίας, συστήματα καύσης βιομάζας, καθώς και συστήματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Σ), μικρής ισχύος αστικές ανεμογεννήτριες (Α/Γ), συστήματα συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ).

Αναφέρονται τα παρακάτω παραδείγματα μελέτης κτιρίων και των προτεινόμενων/ υλοποιημένων επεμβάσεων:

### 1. Κτίριο γραφείων στο Βανκούβερ, Καναδά

Πρόκειται για διώροφο κτίριο κατασκευής 1960. Στο άρθρο μελετήθηκε η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου μέσω εξωτερικής θερμομόνωσης, της θερμομόνωσης της στέγης και της αλλαγής κουφωμάτων ανοιγμάτων. Διαπιστώθηκε ότι με βελτιώσεις στο κέλυφος (μόνωση και αεροστεγανότητα) μπορεί να μειωθεί κατά 45% η ετήσια ενέργεια που καταναλώνεται. Επίσης, με την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ, το κτίριο μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας<sup>20</sup>.

### 2. Tenio Building, Tianjin

Το κτίριο Tenio κατασκευάστηκε το 1998 ως εργοστάσιο ηλεκτρονικών χωρίς να έχει μελετηθεί στην κατεύθυνση της ενεργειακής απόδοσης. Το 2011, η Tenio Architecture and Engineering Co. Ltd. μίσθωσε το κτίριο με σκοπό να το λειτουργήσει ως γραφείο για να εξυπηρετήσει 230

---

<sup>20</sup> Alexandra Charles, Wahid Maref, et al. Case study of the upgrade of an existing office building for low energy consumption and low carbon emissions, Energy & Buildings (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.10.008>

εργαζομένους. Με την αλλαγή χρήσης προστέθηκε ένας ακόμη όροφος με τελική επιφάνεια του κτιρίου 5700 m<sup>2</sup>.

Η εξωτερική τοιχοποιία του κτιρίου είχε συντελεστή θερμοπερατότητας 0,97 W/(m<sup>2</sup>·K) ενώ η οροφή πλάκας πάχους 150 mm συντελεστή θερμοπερατότητας 0,91 W/(m<sup>2</sup>·K). Για τα εξωτερικά παράθυρα χρησιμοποιήθηκε μονοστρωματικό πλαστικό ενισχυμένο με υαλοβάμβακα (FRP) με συντελεστή θερμοπερατότητας 5,8 W/(m<sup>2</sup>·K) ενώ η επιφάνεια των ανοιγμάτων αποτελούσε το 20% της επιφάνειας της όψης. Επιπλέον, πριν παό την ανακατασκευή, πηγή ενέργειας για τη θέρμανση ήταν εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας 15 km μακριά ενώ για τον κλιματισμό χρησιμοποιούνταν κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου. Δεν υπήρχε σύστημα αερισμού στο κτίριο εκτός από κάποιους τοπικούς ανεμιστήρες.

Μετά από ανάλυση του κτιρίου και των σεναρίων αναβάθμισης του, προκρίθηκαν:

- Η ανακατασκευή των όψεων με την αύξηση των ανοιγμάτων προκειμένου να αποτελούν το 40% της επιφάνειας της νότιας όψης.
- Η κατασκευή κελύφους με πλάκες πάχους 100mm και συντελεστή θερμοπερατότητας 0,26 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Η τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων με argon αέριο και συντελεστή θερμοπερατότητας 1,90 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Η χρήση γεωθερμίας με σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης καθώς κρίθηκε αποδοτικότερο σε σχέση με την τοποθέτηση fancoils<sup>21</sup>. Το ίδιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δροσισμό το καλοκαίρι.

Η εγκατάσταση BMS για τον αυτοματοποιημένο χειρισμό των συστημάτων. Η προσδοκώμενη εσωτερική θερμοκρασία ορίστηκε σε 18°C το χειμώνα και 26°C το καλοκαίρι. Η προσδοκώμενη σχετική υγρασία ορίστηκε 25%-40% και 50%-65% το χειμώνα και το καλοκαίρι αντίστοιχα. Το σύστημα κλιματισμού και γεωθερμίας ρυθμίστηκαν αυτόματα.

Μετά από ένα χρόνο λειτουργίας, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 46,65 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Εκ των οποίων, η κατανάλωση θέρμανσης και ψύξης ήταν 13,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) και 5,8 kWh/(m<sup>2</sup>·a) αντίστοιχα και άρα υπολογίζεται εξοικονόμηση ενέργειας 58% και 64% για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Li, Z.; Wang, Q. Examples of Comprehensive Reconstruction of Existing Buildings: 3; China Architecture and Building Press: Beijing, China, 2011.

<sup>22</sup> Z. Zhou et al, Achieving energy efficient buildings via retrofitting of existing buildings: a case study, [Journal of Cleaner Production](#), Volume 112, Part 5, 20 January 2016, Pages 3605-3615



Εικόνα 3 Άποψη του κτιρίου μετά τις επεμβάσεις (Tenio Building)

### 3. Κτίριο στη Θεσσαλονίκη κατασκευής 1968

Το κτίριο γραφείων επιφανείας 1488 m<sup>2</sup>, χωροθετείται στο πυκνοδομημένο κέντρο της Θεσσαλονίκης και κατασκευάστηκε το 1968. Αποτελείται από υπόγειο με αποθηκευτικούς χώρους, ισόγειο με χώρο υποδοχής, αποθηκευτικούς χώρους και server room, οκτώ ορόφους με γραφεία και ένα μηχανολογικό και αποθηκευτικό όροφο.

Ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα με εξωτερική τοιχοποιία χωρίς μόνωση. Οι προσόψεις είναι επενδυμένες με σύνθετα πάνελ αλουμινίου πάχους 3 mm, αναρτημένες σε Μεταλλική κατασκευή που επιτρέπει ένα κενό περίπου 50 mm μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και της επένδυσης. Το κτίριο διαθέτει συρόμενα κουφώματα αλουμινίου, που καλύπτουν περίπου το 65% της πρόσοψης του κτιρίου, με διπλά τζάμια και χωρίς θερμομόνωση ή ηχομόνωση στο πλαίσιο τους. Η σκίαση των υαλοπινάκων επιτυγχάνεται εσωτερικά με οριζόντιες ξύλινες περσίδες στο 75% των γραφείων και από κουρτίνες στα υπόλοιπα.

Η θέρμανση του κτιρίου γραφείων επιτυγχάνεται με κεντρικό λέβητα φυσικού αερίου σε συνδυασμό με θερμαντικά σώματα καταναλωμένα μεταξύ των γραφείων, ονομαστικής ισχύος 349 kW και εποχικής απόδοσης 1.015, κατά την κοινή πρακτική στην Ελλάδα. Το πρόγραμμα λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης είναι από Δευτέρα έως Παρασκευή, 07:00–19:00, με βάση το ημερήσιο πρόγραμμα λειτουργίας του γραφείου. Το σύστημα θέρμανσης συνδέεται με κεντρικό θερμοστάτη.

Για κλιματισμό χρησιμοποιούνται κλιματιστικές μονάδες τύπου split τοποθετημένες στους τοίχους κάθε γραφείου. Οι περισσότερες μονάδες έχουν ψυκτική ικανότητα 5 kW και ρυθμίζονται χειροκίνητα από τους χρήστες κάθε γραφείου, επομένως δεν υπάρχουν τυπικά σημεία ρύθμισης.

Ωστόσο, η θερμοκρασία δεν ρυθμίζεται ποτέ κάτω από τους 26 °C. Δεν υπάρχει σύστημα για τον αερισμό.

Ο φωτισμός των γραφείων και των διαδρόμων επιτυγχάνεται με φώτα οροφής φθορίου τα οποία λειτουργούν χειροκίνητα ανάλογα με την πληρότητα. Σε ότι αφορά τον εξοπλισμό γραφείου, πραγματοποιήθηκε επιτόπια έρευνα προκειμένου να καταγραφεί ο εγκατεστημένος εξοπλισμός και να αναλυθεί η χρήση του από τους χρήστες και οι ώρες λειτουργίας του εξοπλισμού κατά τις εργάσιμες ημέρες. Διαπιστώθηκε ότι οι ώρες λειτουργίας των ενεργών συσκευών είναι σύμφωνες με το πρόγραμμα λειτουργίας του κτιρίου.

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας του κτιρίου, από το 2012 έως το 2016, η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι κατά μέσο όρο 92.310 kWh. Η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας είναι 62,03 kWh/m<sup>2</sup>, ενώ η αντίστοιχη τιμή για τους θερμαινόμενους χώρους είναι 92,31 kWh/m<sup>2</sup>.

Τα προτεινόμενα μέτρα περιλαμβάνουν την αναβάθμιση του κελύφους και του συστήματος κλιματισμού καθώς και την ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να καλύψει το 65% των ετήσιων αναγκών ενέργειας του κτιρίου, ενώ με τη σκίαση μπορούν να μειωθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις έως και 33%.<sup>23</sup>

#### **4. Κτίριο Πανεπιστημίου- Τμήμα σχεδιασμού και Περιβάλλοντος Εθνικό Πανεπιστήμιο Σιγκαπούρης**



Εικόνα 4 Άποψη του κτιρίου Πανεπιστημίου στη Σιγκαπούρη

Πρόκειται για κτίριο του Πανεπιστημίου κατασκευής τη δεκαετία του 1970 επιφανείας 3,502 m<sup>2</sup> και περιλαμβάνει αίθουσες υπολογιστών, αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία. Έχει

<sup>23</sup> Martinopoulos, G.; Serasidou, A.; Antoniadou, P.; Papadopoulos, A.M. Building Integrated Shading and Building Applied Photovoltaic System Assessment in the Energy Performance and Thermal Comfort of Office Buildings. Sustainability 2018, 10, 4670. <https://doi.org/10.3390/su10124670>

εξωτερική τοιχοποιία από γυψοσανίδα, και υαλοπίνακες πάχους 6mm. Υπάρχει κεντρικό σύστημα κλιματισμού με chiller με συντελεστή απόδοσης (COP) 3,35. Τα φωτιστικά είναι με λάμπες φθορίου. Οι χρήστες του κτιρίου είναι καθηγητές, ερευνητές, υπάλληλοι γραφείου και φοιτητές.

Για το κτίριο, εξετάστηκαν διαφορετικές παρεμβάσεις σχετικά με την ενεργειακή αναβάθμιση οι οποίες περιλάμβαναν επεμβάσεις στο κέλυφος όπως η μόνωση της πρόσοψής και η εγκατάσταση πράσινου δώματος και η αναβάθμιση του κλιματισμού. Ωστόσο, οι επιλογές αναβάθμισης που είναι προσανατολισμένες στους χρήστες κρίθηκαν ως επωφελέστερες:

- Για τη μείωση της κατανάλωσης για φωτισμό κρίθηκε σημαντική η εγκατάσταση αισθητήρα για την ανίχνευση κίνησης.
- Η ρύθμιση του κλιματισμού σε υψηλότερη θερμοκρασία προτάθηκε προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας.
- Η μείωση του φορτίου εξοπλισμού η οποία υποδεικνύει την έξυπνη χρήση των συσκευών από τους χρήστες.

Οι παραπάνω επιλογές δεν απαιτούν καμία ή μικρή επένδυση, ενώ προσφέρουν αρκετά μεγάλη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας. Η μελέτη έδειξε ότι αυτές οι αλλαγές στη συμπεριφορά του χρήστη είναι πιο αποτελεσματικές από τις αλλαγές στον εξοπλισμό του κτιρίου όπως η αντικατάσταση του συστήματος του κλιματισμού ή η εγκατάσταση πράσινου δώματος.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Yujie Lu, Peixian Li, Yih Perng Lee, Xiangnan Song, An integrated decision-making framework for existing building retrofits based on energy simulation and cost-benefit analysis, Journal of Building Engineering, Volume 43, 2021,103200, ISSN 2352-7102, <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103200>.

## 5. Κτίριο γραφείων στη Θεσσαλονίκη



Εικόνα 5 Άποψη του κτιρίου γραφείων στη Θεσσαλονίκη

Πρόκειται για επτάώροφο κτίριο γραφείων, ορθογωνικής κάτοψης, που κτίστηκε το 1991-92, με ισόγεια καταστήματα, στοά πλάτους 4m, υπόγειο (με υπόγειες θέσεις στάθμευσης) και δώμα με απόληξη κλιμακοστασίου. Το εμβαδόν κάλυψης του ισογείου είναι 565,34m<sup>2</sup>, ενώ οι όροφοι υποχωρούν αρκετά έναντι της κάλυψης του ισογείου (κάλυψη 325,50 m<sup>2</sup>). Η συνολική του δόμηση είναι 2474,65 m<sup>2</sup>, συμπεριλαμβανομένου και του 5ου ορόφου. Από τη μελέτη του κτιρίου προτείνονται οι κάτωθι επεμβάσεις:

- Αλλαγές στην εσωτερική διάταξη της κάτοψης, αφαίρεση περιττών διαχωριστικών τοίχων, μετατροπή του χώρου σε «open space office». Η εφαρμογή αυτή αφορούσε στο συγκεκριμένο κτίριο και ήταν εφικτή λόγω της αρχικής αρχιτεκτονικής διαμόρφωσής του και του ενιαίου ιδιοκτησιακού καθεστώτος.
- Θερμομόνωση του κελύφους. Η εφαρμογή αυτή επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί σε όλα τα υπό μελέτη κτίρια. Είναι εφικτή και οικονομικά πολύ αποδοτική. Στο συγκεκριμένο κτίριο υπήρχε η δυσκολία εφαρμογής της εξωτερικά (θερμοπρόσοψης), οπότε εξετάστηκε ή πιο δυσμενής συνθήκη εφαρμογής θερμομόνωσης, που ενδεχομένως να ισχύει και για ορισμένα κτίρια του ιστορικού κέντρου της Θεσσαλονίκης, εκλεκτικιστικού, νεοκλασικού ή άλλου αρχιτεκτονικού ρυθμού.

- Ηλιοπροστασία όλων των ανοιγμάτων και του δώματος με διατάξεις μεταλλικών κινητών περσίδων, προβόλων, κα., καθώς και φύτευση του δώματος.
- Αναδιάταξη και αναβάθμιση του τεχνητού φωτισμού. Στα κτίρια γραφείων μεγάλο μέρος της καταναλωμένης ενέργειας χρησιμοποιείται για τον τεχνητό φωτισμό. Με την ένταξη συστημάτων αυτοματισμών και την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων ή μόνο των λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους, επιτυγχάνονται σπουδαία αποτελέσματα.
- Διατάξεις ανεμοπροστασίας στα βόρεια, δυτικά και ανατολικά ανοίγματα.
- Αντικατάσταση των αντλιών θερμότητας και συμπαραγωγή ενέργειας με τη χρήση επίπεδων ηλιακών συλλεκτών. Κάθε όμοιου τύπου εφαρμογή εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από την οικονομική επένδυση.
- Σχεδιασμός ηλιακής καμινάδας στην απόληξη του κλιμακοστασίου. Η εφαρμογή αυτή είναι εφικτή σε όλα τα κτίρια που διαθέτουν απόληξη στο δώμα και η θέση του κλιμακοστασίου είναι κεντρικά στην κάτοψη.
- Βελτίωση των συνθηκών μικροκλίματος με φύτευση των ελεύθερων δωμάτων.
- Χρήση φωτιστικού ραφίου στην εξωτερική όψη της στοάς για εξασφάλιση φυσικού φωτισμού στο ισόγειο. Η λύση αυτή θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε όλα σχεδόν τα κτίρια που διαθέτουν στοά.



## 6. Κτίριο Διεύθυνσης Τεχνικών Έργων Σερρών



*Εικόνα 6 Άποψη κτιρίου Τεχνικών Έργων*

Πρόκειται για ένα διώροφο κτίριο γραφείων επιφάνειας 2000 m<sup>2</sup> περίπου, όπου στεγάζονται η Διεύθυνση Τεχνικών Έργων Σερρών καθώς και διάφορες άλλες Υπηρεσίες της ΠΕ Σερρών.

Το κτίριο κάλυπτε τις ανάγκες του σε θέρμανση – ψύξη με συμβατικά συστήματα, συγκεκριμένα με λέβητα πετρελαίου και αερόψυκτο ψύκτη νερού και το εσωτερικό του δίκτυο διανομής από τερματικές μονάδες νερού (FCU's). Για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου (και την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών σε θέρμανση – ψύξη), επιλέχθηκε η εγκατάσταση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας. Συγκεκριμένα, εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας θερμικής ισχύος 75 kW και ψυκτικής 67 kW. Επίσης, επιλέχθηκε γεωεναλλάκτης ανοικτού τύπου, λόγω της πλούσιας υδροφορίας του υπεδάφους.

Η μέση θερμοκρασία του νερού άντλησης είναι 17 °C, σταθερή καθ'όλη τη διάρκεια του έτους. Σε αυτό το σημείο ακριβώς οφείλεται και η μεγάλη εξοικονόμηση που προσφέρει η γεωθερμία. Η εξοικονόμηση που αναμένεται κατά τη λειτουργία της θέρμανσης είναι περίπου 70% και στη λειτουργία ψύξης 40%.



## 7. Κτίριο γραφείων Green Plaza



Εικόνα 7 Άποψη Green Plaza

Υφιστάμενο κτίριο γραφείων στο οποίο έγιναν οι ακόλουθες επεμβάσεις:

- Τοποθέτηση αλουμινένιων περσίδων: κινητές περσίδες επί οριζοντίου ή κατακόρυφου άξονα αντιστοίχως, στον ήδη διαμορφωμένο κάναβο του κτιρίου. Οι περσίδες αυτές προστατεύουν ενεργειακά το κτίριο διότι αναλόγως με την κίνηση του ήλιου αλλάζει η κλήση τους και παρεμποδίζει την άμεση ηλιοφάνεια στα υαλοστάσια και συνεπώς και μέσα στους εργασιακούς χώρους.
- Αλλαγή κουφωμάτων και υαλοστασίων: Αλλάχθηκαν όλα τα κουφώματα με νέα θερμομονωτικά και τα υαλοστάσια προσαρμόστηκαν στις νέες ενεργειακές προδιαγραφές. Τα αλουμίνια των κουφωμάτων γίνονται από ανοδιωμένο αλουμίνιο.
- Θερμομόνωση: Σε όλες τις εσωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες του περιβλήματος των κτιρίων έχει τοποθετηθεί επένδυση γυψοσανίδας με θερμομόνωση.

Μελέτη περίπτωσης	Επεμβάσεις στο κέλυφος		Αναβάθμιση ΗΜ εγκαταστάσεων	Χρήση ΑΠΕ	Άλλο
Κτίριο γραφείων στο Βανκούβερ, Καναδά	Θερμομόνωση κελύφους	Αναβάθμιση κουφωμάτων/υαλοπινάκων		Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών	
Tenio Building, Tianjin	Θερμομόνωση κελύφους	Αναβάθμιση κουφωμάτων/υαλοπινάκων	εγκατάσταση BMS	γεωθερμία	
Κτίριο στη Θεσσαλονίκη κατασκευής 1968	Θερμομόνωση κελύφους		Αναβάθμιση κλιματισμού	Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών	
Κτίριο Πανεπιστημίου					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρεμβάσεις στον φωτισμό με εγκατάσταση αισθητήρα για την ανίχνευση κίνησης</li> <li>• Έξυπνη χρήση συσκευών από τους χρήστες</li> <li>• Ρύθμιση κλιματισμού σε υψηλότερη θερμοκρασία</li> </ul>
Κτίριο γραφείων στη Θεσσαλονίκη	Θερμομόνωση κελύφους		αναβάθμιση φωτισμού		τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών, ηλιακή καμινάδα, αλλαγές στην αρχιτεκτονική διάταξη
Κτίριο Διεύθυνσης Τεχνικών Έργων Σερρών				γεωθερμία	
Κτίριο γραφείων Green Plaza	Θερμομόνωση κελύφους Σκίαση	Αναβάθμιση κουφωμάτων/υαλοπινάκων			

Πίνακας 9 Εποπτικός πίνακας παρεμβάσεων

Στις περιπτώσεις που αναφέρονται, προκύπτει ότι προκρίθηκαν οι επεμβάσεις στο κέλυφος, δηλαδή η θερμομόνωση του κελύφους, η αντικατάσταση των κουφωμάτων/ υαλοπινάκων ενώ υπήρξαν και εφαρμογές για την ανεμοπροστασία και τη σκίαση των κτιρίων. Επιπλέον, έγιναν επεμβάσεις στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις είτε στον κλιματισμό ή στο φωτισμό ενώ εγκαταστάθηκαν εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη μελέτη περίπτωσης κτιρίου Πανεπιστημίου όπου προκρίθηκαν επεμβάσεις που προϋποθέτουν τη δέσμευση των χρηστών, δηλαδή ρύθμιση του κλιματισμού σε υψηλότερη θερμοκρασία και έξυπνη χρήση συσκευών.

### **Περιβαλλοντική Πιστοποίηση κτιρίων**

Η Περιβαλλοντική Πιστοποίηση Κτιρίου είναι μια διαδικασία κατά την οποία αξιολογείται και επιβεβαιώνεται η βιώσιμη απόδοση ενός κτιρίου, ενώ εξασφαλίζεται η ποιότητα των επιλεγόμενων παρεμβάσεων. Η περιβαλλοντική πιστοποίηση αποτελεί μία νέα παράμετρο που ελέγχεται και λαμβάνεται υπόψη στην αγορά των ακινήτων. Η διαδικασία αυξάνει την αξία του κτιρίου ενώ αυτό, και άρα ο ιδιοκτήτης, αποκτά αναγνωρισιμότητα. Παράλληλα, με τη διαδικασία εξασφαλίζεται η μείωση των λειτουργικών εξόδων γεγονός που το καθιστά ελκυστικό για υποψήφιους μισθωτές/ χρήστες. Τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου, ενώ μπορεί να επιτευχθεί η εξοικονόμηση ενέργειας νερού, η παράλληλη μείωση των αποβλήτων, η μείωση των επιβαλόντων εκπομπών αερίων. Περαιτέρω, η διαδικασία ενισχύει την περιβαλλοντική κουλτούρα των χρηστών καθώς και την άνεση στους χώρους των κτιρίων.

Για την πιστοποίηση των κτιρίων υπάρχουν αρκετές μέθοδοι όπως η LEED και η BREEAM.

### **Πιστοποίηση κατά LEED**

Η μέθοδος L.E.E.D (Leadership in Energy and Environmental Design) αποτελεί ένα διεθνώς αναγνωρισμένο σύστημα περιβαλλοντικής πιστοποίησης/αξιολόγησης κτιρίων και οικισμών, η οποία έχει αναπτυχθεί από το U.S.G.B.C -U.S. Green Building Council (Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των Η.Π.Α.) με πιλοτική εφαρμογή από το 1998. Η φιλοσοφία της μεθόδου αφορά στην υιοθέτηση πρακτικών για βιώσιμα και πράσινα κτίρια και οικισμούς σε διεθνές επίπεδο μέσω δημιουργίας και εφαρμογής διεθνώς κατανοητών και αποδεκτών κριτηρίων αναφοράς, τα οποία περιλαμβάνουν υφιστάμενα και νέα πρότυπα, εργαλεία και κριτήρια απόδοσης.

Το L.E.E.D. Rating System έχει εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα κτιρίων, από νέες κατασκευές ή ριζικά ανακαινισμένα κτίρια με εκτεταμένες επεμβάσεις ή απλούστερες εφαρμογές βιώσιμων πρακτικών για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των σημαντικότερων εν εξελίξει κτιριακών δραστηριοτήτων και αφορά σε διάφορες χρήσεις (γραφείων, κατοικίας, εμπορίου κλπ).

Η αξιολόγηση σύμφωνα με τη μέθοδο LEED αφορά στη γενική βιωσιμότητα του κτιρίου, την ορθολογική χρήση υδάτων, την εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών για την ενεργειακή απόδοση, τη χρήση βιώσιμων υλικών και τη μείωση αποβλήτων και την περιβαλλοντική ποιότητα του εσωτερικού χώρου.

Στο Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (Ν.4067/2012) γίνεται ειδική μνεία στη μέθοδο LEED. Στο άρθρο 25 παρ. 2 προβλέπεται η «αύξηση του σ.δ. κατά 10 % σε κτίρια ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης που παρουσιάζουν παράλληλα εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση...Παράλληλα, πρέπει να τεκμηριώνεται η εξαιρετική περιβαλλοντική τους απόδοση με χρήση διεθνώς αναγνωρισμένης μεθοδολογίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης, (Environmental Assessment Method), όπως το LEED ή άλλη ισοδύναμη διεθνής μεθοδολογία. Εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση θεωρείται αυτή που είναι ισοδύναμη ή καλύτερη από το χρυσό LEED.

Σήμερα, από τα ανοιχτά δεδομένα της LEED προκύπτει ότι έχουν πιστοποιηθεί 59 κτίρια στην Ελλάδα. Γενικότερα, η πιστοποίηση κατά LEED επιλέγεται παγκοσμίως συχνότερα σε σχέση με την πιστοποίηση κατά BREEAM ενώ η BREEAM κυριαρχεί στην Μ. Βρετανία.

### Πιστοποίηση κατά BREEAM

Το BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) δημιουργήθηκε από τον οργανισμό BRE της Αγγλίας και αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες διεθνώς, μεθόδους περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης κτιρίων.

Το BREEAM αξιολογεί την περιβαλλοντική συμπεριφορά του κτιρίου, με βάση τη μελέτη, την κατασκευή και τη λειτουργία του, εξετάζοντας διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, την ενέργεια, τα υλικά, τις μεταφορές, τα απορρίματα, το νερό, τη χρήση γης και οικολογία, τη ρύπανση, την υγιεινή και άνεση.

Το BREEAM αξιολογεί και πιστοποιεί δύο στάδια, α )το σύνολο των μελετών και προδιαγραφών των κτιρίων (Design Stage Certificate) και τα αποπερατωμένα κτίρια (Post Construction Certificate) ενώ μπορεί να εφαρμοσθεί σε νέες κατασκευές ή ανακαινίσεις ή εφαρμογές σε κτίρια εν λειτουργία. Επιπλέον, είναι δυνατή η εφαρμογή του συστήματος σε κτίρια σε κατάσταση Ψυχρού Κελύφους (Cold Shell).

Από τα ανοιχτά δεδομένα της BRE προκύπτει ότι 18 κτίρια έχουν πιστοποιηθεί κατά BREEAM στην Ελλάδα.

### 3 Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου γραφείων

Το εξεταζόμενο κτίριο, κατά το χρόνο των επεμβάσεων, άνηκε σε χαρτοφυλάκιο Εταιρείας Επένδυσης σε Ακίνητη Περιουσία (Α.Ε.Ε.Α.Π.) και το μίσθωνε σε τράπεζα για τη στέγαση υπηρεσιών της. Η εταιρεία προσανατολίστηκε στην ενεργειακή αναβάθμιση του χαρτοφυλακίου της έχοντας αφενός οικονομικά κίνητρα όπως είναι η μείωση των λειτουργικών εξόδων των κτιρίων, η αύξηση της εμπορικής αξίας του ακινήτου, η αύξηση των μισθωμάτων καθώς και των ποσοστών πληρότητας στα κτίρια και αφετέρου κίνητρα ανταγωνιστικότητας λαμβάνοντας υπόψη την τάση της αγοράς στην Αειφόρο Δόμηση, και τη δημιουργία μίας νέας κουλτούρας με την περιβαλλοντική πιστοποίηση των κτιρίων καθώς και την απόδειξη της εταιρικής δέσμευσης για ορθή περιβαλλοντική διαχείριση και την ενίσχυση της εταιρικής εικόνας. Όλα τα παραπάνω είναι αλληλένδετα με περιβαλλοντικά κίνητρα όπως είναι η μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της κατανάλωσης ενέργειας και νερού καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Σε αυτό το πλαίσιο και προκειμένου να ακολουθήσει η πιστοποίηση τους κατά L.E.E.D επιλέχθηκαν κάποια κτίρια για να γίνουν οι παρεμβάσεις. Το προς εξέταση κτίριο επιλέχθηκε δεδομένης της παλαιότητας του και του μεγέθους του, χαρακτηριστικά που ενδεχομένως υποδηλώνουν ότι υπάρχουν περιθώρια για εξοικονόμηση ενέργειας.

#### 3.1 Περιγραφή κτιρίου

##### 3.1.1 Αρχιτεκτονική περιγραφή

Πρόκειται για γωνιακό οικοπέδο επιφανείας 3.392,10 m<sup>2</sup>. το οποίο βρίσκεται στο Ο.Τ. 175 του Δήμου Μοσχάτου (πρωτύτερα ανήκε στο Δήμο Ταύρου), το οποίο ορίζεται από τις οδούς Αρχιμήδους, Κύπρου, Χανδρή και Λευκάδος. Το οικόπεδο βρίσκεται σε περιοχή χαρακτηρισμένη ως ΒΙΠΑ προς Εξυγίανση με εξαίρεση τα πρατήρια υγρών καυσίμων, τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρεάτων και τις αποθήκες (ΦΕΚ 1063Δ'/2004).

Έχει πρόσωπο:

- μήκους 85,90 m επί της οδού Κύπρου με ΝΑ προσανατολισμό.
- μήκους 28,80 m επί της οδού Αρχιμήδους με ΒΑ προσανατολισμό.

Η οδός Κύπρου έχει πλάτος 12,00 m και η οδός Αρχιμήδους 10,00 m.

Κατά μήκος των οδών, υπάρχουν πρασιές.

Το σχήμα του οικοπέδου είναι πολυγωνικό με γενικές διαστάσεις 125 x 88 m.

Κατά μήκος των πρασιών επί των οδών Αρχιμήδους και Κύπρου, έχει διαμορφωθεί χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων.





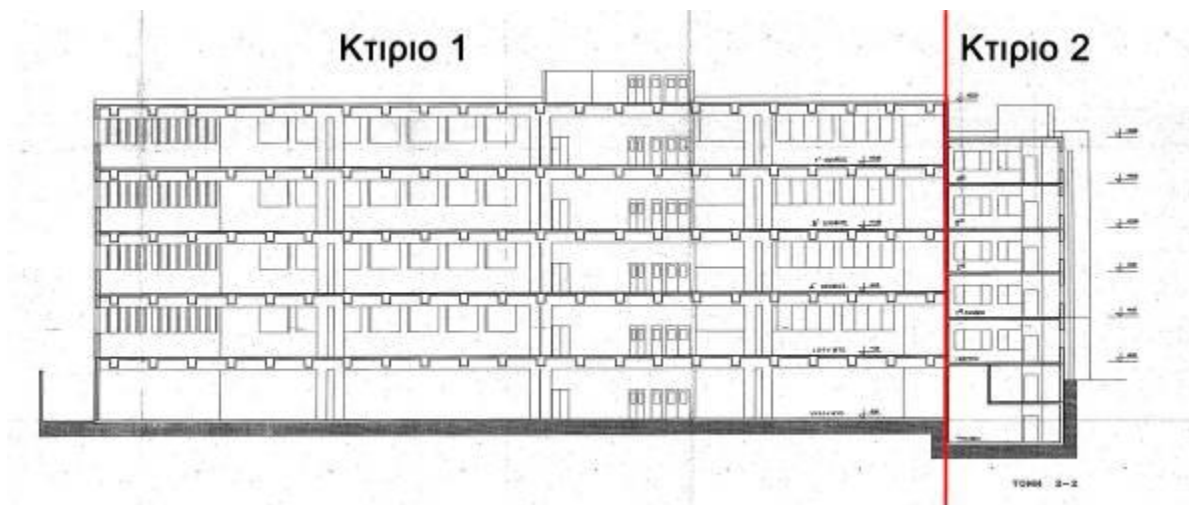
Εικόνα 8 Χάρτης περιοχής

Επί του οικοπέδου έχουν κατασκευαστεί δύο κτίρια:

Το **Κτίριο 1** επιφάνειας επιπέδου  $2.084,06 \text{ m}^2$  έχει Υπόγειο, 4 ορόφους και Δώμα. Κατασκευάστηκε αρχικά ως βιομηχανικό κτίριο με την οικοδομική άδεια 3680/67 και τις αναθεωρήσεις της. Με την οικοδομική άδεια 154/2001 η χρήση άλλαξε σε κτίριο γραφείων. Οι όροφοι γραφείων είναι διαμορφωμένοι κυρίως με μεγάλους χώρους ελεύθερης διάταξης γραφείων (Open Space Plan). Οι όροφοι έχουν μεγάλο ύψος (4,60 μ.). διαθέτει ψευδοπάτωμα και ψευδοροφή στο μεγαλύτερο του μέρος.

Το **Κτίριο 2** επιφάνειας επιπέδου  $191,13 \text{ m}^2$  έχει Υπόγειο, Πατάρι Υπογείου και 5 ορόφους γραφείων. Κατασκευάστηκε κι αυτό με την οικοδομική άδεια 3680/67 ως κτίριο γραφείων για την διοίκηση του εργοστασίου.

Τα δύο κτίρια επικοινωνούν μόνο στο Υπόγειο στο Ισόγειο και στον 2ο όροφο λόγω του διαφορετικού ύψους των ορόφων.



Εικόνα 9 Όψη κτιρίου



Εικόνα 10 Άποψη κτιρίου



Η επιφάνεια του συνολικού κτιρίου συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m <sup>2</sup> )
ΥΠΟΓΕΙΟ	2.275,19
ΠΑΤΑΡΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ	98,00
ΙΣΟΓΕΙΟ	2.253,94
Α' ΟΡΟΦΟΣ	2.275,19
ΗΜΙΩΡΟΦΟΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ	50,00
Β' ΟΡΟΦΟΣ	2.275,19
ΗΜΙΩΡΟΦΟΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ Β' ΟΡΟΦΟΥ	50,00
Γ' ΟΡΟΦΟΣ	2.275,19
ΗΜΙΩΡΟΦΟΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ Γ' ΟΡΟΦΟΥ	50,00
Δ' ΟΡΟΦΟΣ ΚΤΗΡΙΟ 2	191,13
ΔΩΜΑ	84,18

Πίνακας 10 Πίνακας επιφανειών

Πιο αναλυτικά:

#### **Υπόγειο:**

Αποτελείται από Χώρους Βοηθητικής χρήσης Η/Μ εγκαταστάσεις - αποθήκες και χώρο στάθμευσης 43 αυτοκινήτων (Σύμφωνα με την άδεια). Τμήμα του χώρου στάθμευσης εμβαδού 412,50 m<sup>2</sup> . έχει μετατραπεί σε αποθήκες και Η/Μ χώρους με κατάργηση 15 θέσεων στάθμευσης.

#### **Πατάρι υπογείου:**

Πατάρι διαθέτει μόνο το υπόγειο του κτιρίου 2. Έχει εμβαδόν 98,00 m<sup>2</sup> και χρήση Η/Μ χώρους και αποθήκες.

#### **Ισόγειο:**

Συνολικό εμβαδόν 2.084,06 (Κτίριο 1)+169,88 (Κτίριο 2) = 2.253,94 m<sup>2</sup>

Το Ισόγειο του κτιρίου 1 περιλαμβάνει Lobby εισόδου, κλειστά γραφεία και χώρους ελεύθερης διάταξης γραφείων, βοηθητικούς χώρους (wc, shaft) και κουζίνα προσωπικού. Η κουζίνα λειτουργεί ως μισθωμένη καφετέρια με χώρο τραπεζοκαθισμάτων στον πίσω ακάλυπτο στεγασμένο με τέντες.

Το Ισόγειο του κτιρίου 2 περιλαμβάνει: Είσοδο, γραφείο, κουζίνα και wc.

#### **Α' όροφος**

Συνολικό εμβαδόν 2.084,06 (Κτίριο 1)+191,13 (Κτίριο 2)= 2.275,19 m<sup>2</sup>

Ο 1ος όροφος του Κτιρίου 1 περιλαμβάνει: κλειστά γραφεία και χώρους ελεύθερης διάταξης γραφείων, βοηθητικούς χώρους (wc, shaft) και κουζίνα. Η διαρρύθμιση των γραφείων



παρουσιάζει κάποιες διαφοροποιήσεις από τα περιγραφόμενα στην άδεια. Με δεδομένο όμως ότι τα χωρίσματα είναι ελαφρά ή κινητά αυτό δεν αποτελεί αυθαίρετη κατασκευή.

Ο 1ος όροφος του Κτιρίου 2 περιλαμβάνει: κλειστά γραφεία wc και κουζίνα

### **Β' όροφος**

Συνολικό εμβαδόν  $2.084,06$  (Κτίριο 1)+ $191,13$  (Κτίριο 2)=  $2.275,19$  m<sup>2</sup>

Ο 2ος όροφος του Κτιρίου 1 περιλαμβάνει: κλειστά γραφεία και χώρους ελεύθερης διάταξης γραφείων, βοηθητικούς χώρους (wc, shaft) και κουζίνα. Η διαρρύθμιση των γραφείων παρουσιάζει κάποιες διαφοροποιήσεις από τα περιγραφόμενα στην άδεια. Με δεδομένο όμως ότι τα χωρίσματα είναι ελαφρά ή κινητά αυτό δεν αποτελεί αυθαίρετη κατασκευή.

Ο 2ος όροφος του Κτιρίου 2 περιλαμβάνει: κλειστά γραφεία wc και κουζίνα.

### **Γ' όροφος**

Συνολικό εμβαδόν  $2.084,06$  (Κτίριο 1)+ $191,13$  (Κτίριο 2)=  $2.275,19$  m<sup>2</sup>

Ο 3ος όροφος του Κτιρίου 1 περιλαμβάνει: κλειστά γραφεία και χώρους ελεύθερης διάταξης γραφείων, βοηθητικούς χώρους (wc, shaft) και κουζίνα. Η διαρρύθμιση των γραφείων παρουσιάζει κάποιες διαφοροποιήσεις από τα περιγραφόμενα στην άδεια. Με δεδομένο όμως ότι τα χωρίσματα είναι ελαφρά ή κινητά αυτό δεν αποτελεί αυθαίρετη κατασκευή.

Ο 3ος όροφος του Κτιρίου 2 περιλαμβάνει: κλειστά γραφεία wc και κουζίνα.

### **Δ' όροφος**

Εμβαδόν  $191,13$  m<sup>2</sup>

### **Δώμα**

Στο Δώμα του Κτιρίου 1 σύμφωνα με την άδεια υπάρχουν: Απόληξη κλιμακοστασίου, χώρος H/M εμβαδού  $44,93$  m<sup>2</sup>. Σε επαφή με το κλιμακοστάσιο έχει κατασκευαστεί επέκταση με εμβαδόν  $24,62$  m<sup>2</sup> με βοηθητική χρήση.

Στο δώμα επίσης προβλέπονται και έχουν εγκατασταθεί μηχανήματα H/M εγκαταστάσεων (Ψυκτικές μονάδες, γεννήτριες)

Στο Δώμα του Κτιρίου 2 προβλέπεται κλειστός χώρος μηχανοστασίου με εμβαδόν  $14,63$  m<sup>2</sup>

Συνολική επιφάνεια κλειστών χώρων στο Δώμα:  $44,93+24,62+14,63 = 84,18$  m<sup>2</sup>.

#### **3.1.2 Τεχνικές προδιαγραφές**

Ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευής, μπορούμε να αναφέρουμε τα κάτωθι:

Το κτίριο έχει σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι θερμομονωμένο ενώ περιμετρικά είναι επενδεδυμένο με φύλλα τύπου Etalbond και υαλοστάσια. Όλα τα κουφώματα είναι αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με διπλό υαλοπίνακα.

Στους υαλοπίνακες έχουν τοποθετηθεί μεμβράνες για περιορισμό της διερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και της ορατότητας και κατ' επέκταση και του φυσικού φωτισμού. Το κτίριο διαθέτει δύο εισόδους, μία κεντρική η οποία προστατεύεται από στέγαστρο και μία βοηθητική. Στο πλάι του κτιρίου υπάρχει εξωτερικό μεταλλικό κλιμακοστάσιο εκτάκτου ανάγκης.

Τα δάπεδα του υπογείου και του ισογείου είναι επενδυμένα με πλακάκια, ενώ στους ορόφους του κτιρίου υπάρχουν υπερυψωμένα δάπεδα. Οι οροφές του ισογείου και των ορόφων έχουν ψευδοροφές από ορυκτές ίνες.

Η κάλυψη του δώματος αποτελείται από διαδοχικά φύλλα dow, σκύρων, υγρομόνωσης και ασφαλικής προεπάλειψης. Η τελική στρώση αποτελείται από ασφαλτόπανο επενδεδυμένο με φύλλο αλουμινίου με κατάλληλες σπές για τον αερισμό της μόνωσης.

**Εγκατάσταση θέρμανσης/ κλιματισμού:** Υπάρχει κεντρικό σύστημα κλιματισμού του χώρου με τη χρήση νερού το οποίο ζεσταίνεται από δύο λέβητες της εταιρείας HOVAL τύπου SR-800 ισχύος 950 kW και αντίστοιχους καυστήρες Riello, οι οποίοι βρίσκονται στο μηχανοστάσιο θέρμανσης που βρίσκεται στο υπόγειο, και ψύχεται με τέσσερις ψύκτες που βρίσκονται στο δώμα του κτιρίου. Η ψύξη κι η θέρμανση του χώρου επιτυγχάνεται μέσω UTF μονάδων που βρίσκονται στο χώρο και χρησιμοποιούν το ψευδοδάπεδο για τη μεταφορά του κρύου ή αντίστοιχα του ζεστού αέρα. Το σύστημα είναι τετρασωλήνιο και άρα μπορεί να λειτουργεί ταυτόχρονα και σε ψύξη και σε θέρμανση. Η διανομή του κλιματισμένου αέρα γίνεται μέσω μικρών μονάδων ανεμιστήρων (fan tiles)

Για τη ψύξη του νερού χρησιμοποιούνται 4 αερόψυκτα ψυκτικά συγκροτήματα τύπου RTAD-145 της TRANE συνολικής ηλεκτρικής ισχύος 764 kW<sub>el</sub>, 2 ψύκτες CCGA-Aquastream της TRANE συνολικής ηλεκτρικής ισχύος 81,4 kW<sub>el</sub> και ένας ψύκτης Carrier. Η ψύξη κι η θέρμανση του χώρου επιτυγχάνεται μέσω UTF μονάδων που βρίσκονται στο χώρο και χρησιμοποιούν το ψευδοδάπεδο για τη μεταφορά του κρύου ή αντίστοιχα του ζεστού αέρα.

Η λειτουργία των 4 ψυκτών κτηρίου ελέγχεται από τοπικούς ελεγκτές των ψυκτών και από σύστημα ελέγχου ομαδικής λειτουργίας (controller) της Trane, εγκατεστημένο στο δώμα του κτηρίου.

Οι λέβητες στο υπόγειο είναι 2 και η λειτουργία τους ελέγχεται από το κεντρικό BMS του κτηρίου. Οι λέβητες έχουν συνολική θερμική ικανότητα 1627kWh, ενώ η συνολική ηλεκτρική εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται σε 2 kW<sub>el</sub>.

Ο έλεγχος της εγκατάστασης κλιματισμού γίνεται με τοπικά αισθητήρια στους χώρους τα οποία ελέγχουν τις τοπικές μονάδες. Η προσαγωγή νερού αέρα είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο.

**Αερισμός:** Υπάρχει προσαγωγή προκλιματισμένου αέρα μέσω κλιματιστικών μονάδων που βρίσκονται στο δώμα και στα υπόγεια, ενώ υπάρχει ένας κεντρικός ανεμιστήρας για την απόρριψη του αέρα. Τέλος υπάρχει σύστημα ανάκτησης της θερμότητας από τον αέρα που απάγεται από το χώρο.

### **Ηλεκτρική Εγκατάσταση Ισχυρών Ρευμάτων:**

- Υποσταθμός: Ο υποσταθμός αποτελείται από 2 μετασχηματιστές ισχύος 1250 KVA έκαστος.
- Γενικά πεδία: Τα γενικά πεδία βρίσκονται στο υπόγειο δίπλα από τους μετασχηματιστές, περιλαμβάνουν τις διατάξεις ισχύος και αυτοματισμών.
- Ηλεκτρικοί πίνακες: Είναι μεταλλικοί εξωτερικοί εντός ξύλινων ερμαρίων και υπάρχει ένας για τα κανονικά φορτία που τροφοδοτείται από τη ΔΕΗ, ένας για φορτία ανάγκης που τροφοδοτείται από το HZ και ένας για φορτία αδιάλειπτης παροχής που τροφοδοτείται από UPS .

**Ηλεκτροπαράγωγα ζεύγη:** Υπάρχει ένα H/Z 630 KVA της εταιρείας ΓΕΜΚΟ στο δώμα του κτιρίου.

**UPS:** Υπάρχουν τρία UPS 100 KVA της εταιρείας NIGICO στο υπόγειο του κτιρίου

**Λήψεις ρευματοδοτών:** Οι λήψεις είναι της εταιρείας Legrand τύπου Mosaic. Οι περισσότεροι είναι τοποθετημένοι εντός ενδοδαπέδιων κεφαλών στο ψευδοδάπεδο.

**Φωτιστικά σώματα:** Ο φωτισμός αποτελείται κυρίως από:

- Τετράγωνα φωτιστικά φθορισμού 60x60, 4x18W, με ηλεκτρομαγνητικό ballast. Τα συγκεκριμένα φωτιστικά σώματα εξυπηρετούν τους κύριους χώρους γραφείων (1760 φωτιστικά)
- Κυκλικά φωτιστικά φθορισμού 2x26W, που εξυπηρετούν κυρίως τους βοηθητικούς και κοινόχρηστους χώρους του κτηρίου (Αποθήκες, WC, Κλιμακοστάσια κ.λπ). (1133 φωτιστικά)
- Ορθογωνικά φωτιστικά («σκάφες») φθορισμού 2x36 W, που εξυπηρετούν κυρίως χώρους υπογείου. (340 φωτιστικά)
- Ορθογωνικά φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες LED που εξυπηρετούν ορισμένους χώρους υπογείου.

Η αφή και σβέση των φώτων γίνεται από διακόπτες.

Μετρήθηκε η ένταση του φωτισμού στο επίπεδο εργασίας των ορόφων και του υπογείου. Στους ανοιχτούς χώρους γραφείων, στους κλειστούς χώρους και στις αίθουσες συνεδριάσεων μετρήθηκε σε διάφορα σημεία κυμαίνεται από 320lux έως 450lux. Στο υπόγειο η ένταση φωτισμού μετρήθηκε στα 110lux.

**Εγκατάσταση Data Voice:** Υπάρχει εγκατάσταση δικτύου ασθενών ρευμάτων.

**Εγκατάσταση πυρόσβεσης:** Υπάρχει πυροσβεστικό συγκρότημα της εταιρείας MARCO PUMPS στο υπόγειο του κτιρίου που τροφοδοτεί δίκτυο springler για τους χώρους στάθμευσης του υπογείου καθώς και τις πυροσβεστικές φωλιές που βρίσκονται σε όλο το κτίριο.

Επίσης υπάρχουν και πυροσβεστήρες σε προκαθορισμένες θέσεις σε όλο το κτίριο.

Επίσης υπάρχει σύστημα κατάσβεσης με φιάλες FM200 για το χώρο του IT

**Εγκατάσταση BMS:** Το σύστημα αποτελείται από κεντρικό Η/Υ και ελεγκτή, απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ) ανά επίπεδο, περιφερειακά όργανα επιτήρησης και μέτρησης, αισθητήρια, καλώδια κ.λ.π

Το (BMS) το οποίο καλύπτει τις παρακάτω εγκαταστάσεις:

- Ψύκτες - Λέβητες (ένδειξη θερμοκρασιών, ένδειξη κατάστασης, ένδειξη βλάβης)
- Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ένδειξη θερμοκρασιών, κατάσταση φίλτρων, έλεγχος και ένδειξη λειτουργίας ανεμιστήρων και εναλλακτών, έλεγχος τρίοδης)
- Αντλίες (έλεγχος και ένδειξη λειτουργίας, θερμοκρασίες συλλεκτών)
- Έλεγχος ζωνών φωτισμού χώρων

### 3.1.3 Περιγραφή διαδικασίας

Για την ενεργειακή αναβάθμιση και πιστοποίηση του κτιρίου μετά την επιλογή του Συμβούλου, ακολουθείται η διαδικασία:

- Σχεδιασμός: Σε αυτή τη φάση τοποθετήθηκαν μετρητικές διατάξεις για την καταγραφή της ενέργειας, ισχύς, τάση, ρεύμα, συχνότητα, συντελεστής ισχύος ενώ συλλέχθηκαν στοιχεία για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Τα παραπάνω στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση του κτιρίου και των σημείων που μπορούν να βελτιωθούν και τον καθορισμό των επεμβάσεων του, οι οποίες και κοστολογήθηκαν.
- Υλοποίηση: Σε αυτή τη φάση έγινε η εκτέλεση των προκρινόμενων μέτρων.
- Αξιολόγηση της απόδοσης: για διάστημα 12 μηνών παρακολουθήθηκε η απόδοση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Στη συνέχεια μπορεί να υποβληθεί αίτηση για την πιστοποίηση του κτιρίου.

### 3.1.4 Παρουσίαση δεδομένων:

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται μια σύντομη επισκόπηση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των ενεργειακών καταναλώσεων του κτηρίου.

Πηγή Δεδομένων	Μετρούμενο Μέγεθος	Περίοδος Αναφοράς Στοιχείων	Ποιότητα Μετρήσεων
ΔΕΔΔΗΕ	Κατανάλωση ηλεκτρισμού στη Μ.Τ	1/1/2013– 31/5/2016	Μετρήσεις 15λέπτου συνολικής κατανάλωσης
ΕΠΑΑ	Κατανάλωση και χρέωση Φ.Α	1/1/2012– 31/05/2017	Μηνιαίες μετρήσεις συνολικής κατανάλωσης
Εγκατεστημένοι Μετρητές	Κατανάλωση ηλεκτρισμού στα	10/5/2014– 31/5/2016	Μετρήσεις 5λέπτου στα εξής πεδία: -Συστήματος Κλιματισμού

Πηγή Δεδομένων	Μετρούμενο Μέγεθος	Περίοδος Αναφοράς Στοιχείων	Ποιότητα Μετρήσεων
	πεδία μέτρησης στη Χ.Τ		-Διανομής -UPS -Φορτία Ασφαλείας
NASA – NOAS (EAA)	Μετεωρολογικά δεδομένα	Πλήρης	Ημερήσιες τιμές μεγεθών Θερμοκρασίας
EPS Eurobank	Δεδομένα Προσωπικού	1/1/2013–31/5/2016	Μηνιαίες τιμές

Πίνακας 11 Δεδομένα ανάλυσης

- **Εγκατεστημένη ισχύς εξοπλισμού:**

Αναλυτικά η εγκατεστημένη ισχύς του εξοπλισμού και η κατανομή ισχύος του κτιρίου αποτυπώνονται στο παρακάτω Πίνακα:

A/A	Εξοπλισμός	Ισχύς (kW <sub>el</sub> )	Προέλευση Δεδομένων
1	Φωτισμός	155	(Από αποτύπωση σχεδίων)
2	Ψύκτες (2.068 kW cooling cap.)	764	(Από τεχνικά χαρακτηριστικά ψυκτών)
3	Λέβητες (1.400 Mcal/h thermal cap.)	2	(Από τεχνικά χαρακτηριστικά λεβήτων)
4	Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (KKM)	120	(Από τεχνικά χαρακτηριστικά KKM)
5	Αντλίες	90	(Από διαγράμματα πινάκων)
6	Εσωτερικές Κλιματιστικές (Hiross)	80	(Από τεχνικά χαρακτηριστικά Hiross - 10 μονάδες / όροφο x 2kW / Hiross)
7	Λοιπές ηλεκτρικές συσκευές	145	(Από προσομοίωση)

Πίνακας 12 Εγκατεστημένη ισχύς

Κατηγορία Φορτίων Κύριου Εξοπλισμού	Ισχύς (kW <sub>el</sub> )	Κατανομή (%)
Ψύκτες - Λέβητες	766	56,49%
Κλιματισμός - λοιπά	290	21,39%

Κατηγορία Φορτίων Κύριου Εξοπλισμού	Ισχύς (kW <sub>el</sub> )	Κατανομή (%)
Φωτισμός	155	11,43%
Συσκευές	145	10,69%
<b><u>Σύνολο</u></b>	<b>1.356</b>	<b>100,00%</b>

Πίνακας 13 Κατανομή εγκατεστημένης ισχύος

- **Βασική ενεργειακή κατανάλωση (kWh) σύμφωνα με ΔΕΔΔΗΕ**

Τα στοιχεία που αφορούν τη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση του κτιρίου βάσει ΔΕΔΔΗΕ και αναφέρονται στην περίοδο αναφοράς είναι:

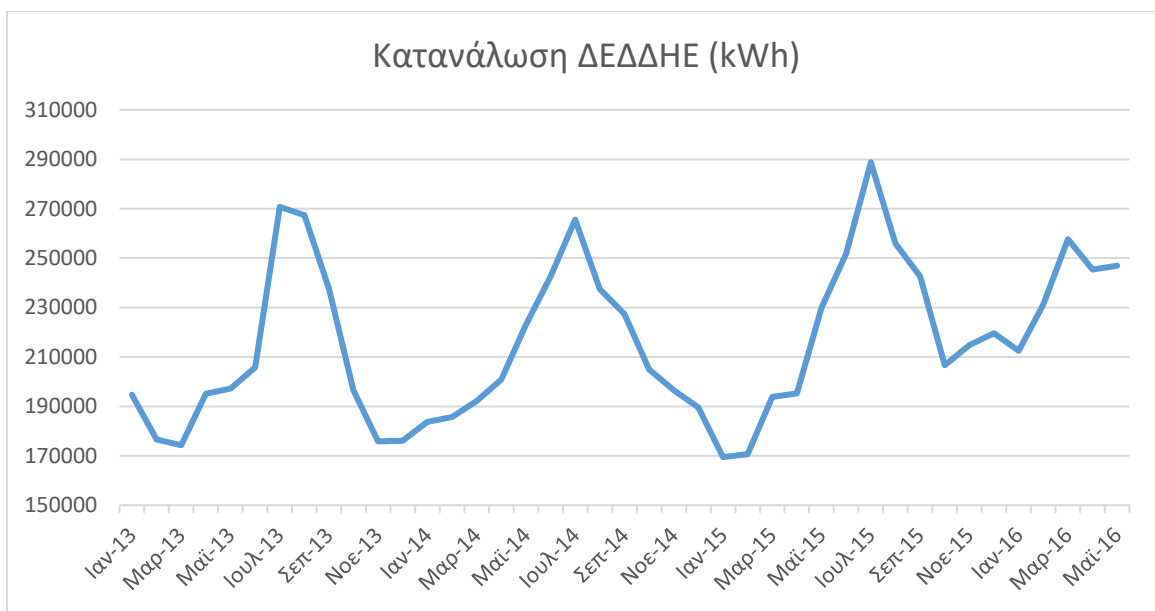
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ		ΧΡΗΣΤΕΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΕΔΔΗΕ
ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ		(kWh)
1/1/2013	31/12/2013	735	2.467.799,90
1/1/2014	31/12/2014	735-837	2.549.358,80
1/1/2015	31/12/2015	850-863	2.639.501,90
1/1/2016	31/5/2016	867	1.193.784,00

Πίνακας 14 Ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος σύμφωνα με ΔΕΔΔΗΕ

Ενώ ανά περίοδο ψύξης και θέρμανσης εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα 14:

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ		ΧΡΗΣΤΕΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΕΔΔΗΕ
ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ		(kWh)
1/1/2013	31/5/2013	735	938.022,50
1/6/2013	30/9/2013	735	981.291,80
1/10/2013	31/5/2014	737-837	1.533.837,80
1/6/2014	30/9/2014	805	972.946,90
1/10/2014	31/5/2015	805-850	1.550.205,70
1/6/2015	30/9/2015	850	1.039.236,70
1/10/2015	31/5/2016	850-867	1.834.903,20

Πίνακας 15 Ενεργειακή κατανάλωση ανά περίοδο ψύξης θέρμανσης σύμφωνα με ΔΕΔΔΗΕ



Εικόνα 11 Κατανάλωση σύμφωνα με το ΔΕΔΔΗΕ

Η κατανάλωση αυξάνεται στη διάρκεια της περιόδου ψύξης (Ιούνιος- Σεπτέμβριος) στην οποία αντιστοιχεί το 36%-39% της συνολικής κατανάλωσης του έτους.

#### • Στοιχεία Μετρητών

Τα μηνιαία στοιχεία από τους μετρητές που εγκαταστάθηκαν στα αντίστοιχα πεδία μέτρησης εμφανίζονται στο παρακάτω πίνακα. Η διαθεσιμότητα των στοιχείων αρχίζει από την 10η Μαΐου 2014 και φτάνει μέχρι και την 31η Μαΐου 2016. Η ανάλυση τους αναφέρεται σε τιμές 5λέπτου. Τα πεδία μέτρησης αφορούν την ηλεκτρική κατανάλωση των εξής μεγεθών:

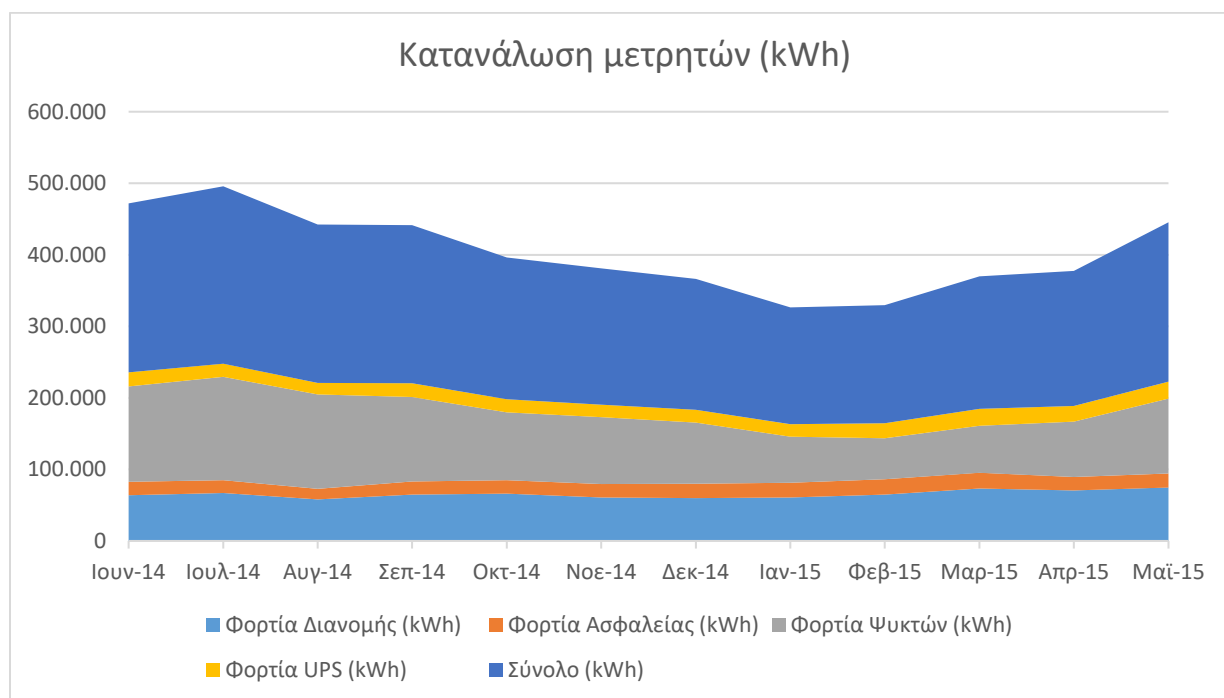
- Συστήματος κλιματισμού
- Φορτίων Διανομής
- Φορτίων UPS
- Φορτίων ασφαλείας

Η κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης, σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις:

Περίοδος	Φορτία Διανομής		Φορτία Ασφαλείας		Φορτία Ψυκτών		Φορτία UPS		Σύνολο	
	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Ιουν-14	63.903		18.549		133.579		19.805		235.836	9,74
Ιουλ-14	66.991		17.938		144.444		18.488		247.862	10,24
Αυγ-14	58.078		14.809		131.910		16.261		221.057	9,13
Σεπ-14	64.769		18.495		118.147		19.239		220.650	9,11
<b>Σύνολο: Περίοδος ψύξης Ιουν 2014- Σεπτ 2014</b>	<b>253.741</b>	<b>27,42</b>	<b>69.791</b>	<b>7,54</b>	<b>528.080</b>	<b>57,06</b>	<b>73.793</b>	<b>7,97</b>	<b>925.405</b>	<b>38,21</b>
Οκτ-14	66.132		18.914		94.488		18.669		198.202	8,18
Νοε-14	60.747		18.801		93.268		17.804		190.621	7,87
Δεκ-14	59.941		20.187		85.263		17.739		183.129	7,56
Ιαν-15	60.879		20.572		64.275		17.502		163.228	6,74
Φεβ-15	64.840		21.353		57.368		21.189		164.750	6,80
Μαρ-15	73.286		22.100		65.513		23.966		184.864	7,63
Απρ-15	70.728		18.612		77.304		22.151		188.795	7,80
Μαϊ-15	74.801		19.697		104.539		23.590		222.627	9,19
<b>Σύνολο: Περίοδος θέρμανσης Οκτ 2014-Μαι 2015</b>	<b>531.354</b>	<b>35,51</b>	<b>160.236</b>	<b>10,71</b>	<b>642.018</b>	<b>42,91</b>	<b>162.610</b>	<b>10,87</b>	<b>1.496.216</b>	<b>61,79</b>
<b><u>ΣΥΝΟΛΟ</u></b>	<b>785.095</b>	<b>32,42</b>	<b>230.027</b>	<b>9,50</b>	<b>1.170.098</b>	<b>48,32</b>	<b>236.403</b>	<b>9,76</b>	<b>2.421.623</b>	
Κατανομή Ανά Χρήση (%)	32,42%		9,50%		48,32%		9,76%			

Πίνακας 16 Ενεργειακή κατανάλωση σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις





Εικόνα 12 Κατανάλωση σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις

### 3.2 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της ενεργειακής κατανάλωσης και προσδιορισμός των σημείων επέμβασης

Βασικός στόχος ήταν να επιλεγούν δράσεις οι οποίες θα έχουν γρήγορη απόδοση και σύντομο χρόνο αποπληρωμής. Στόχος ήταν οι επενδύσεις καθώς και οι αμοιβές συμβούλων, μελετών και μετρήσεων να αποπληρωθούν από την εξοικονόμηση σε έναν ορίζοντα 3-5 ετών. Λαμβάνοντας αυτά υπόψη, αποκλείστηκαν εκτεταμένες επεμβάσεις σε κουφώματα/ υαλοπίνακες ή αντικατάσταση κλιματισμού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία των μετρήσεων διάρκειας έτους, τα φορτία διανομής, ασφαλείας και UPS παραμένουν σταθερά με μικρές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του έτους. Μεταβολές εμφανίζονται στα φορτία των ψυκτών όπου η μέγιστη τιμή της κατανάλωσης ήταν 144.444kWh τον Ιούλιο και η ελάχιστη 57.368 τον Φεβρουάριο, ενώ την περίοδο ψύξης η κατανάλωση των ψυκτών είναι το 57,06% της συνολικής κατανάλωσης και το αντίστοιχο ποσοστό της περιόδου θέρμανσης είναι 42,91%.

Σε επίπεδο έτους στους ψύκτες αντιστοιχεί κατανάλωση 48,32%, στα φορτία διανομής 32,42%, στα φορτία ασφαλείας 9,50% και στα φορτία UPS 9,76%.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι μπορεί να προκύψει εξοικονόμηση ενέργειας με δράσεις που αφορούν στον κλιματισμό.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251:2007, το πρότυπο της ASHRAE 62.1-2010 και την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86 η παροχή νωπού αέρα για κτηρίου γραφείων προκειμένου να καλύπτουν τον ελάχιστο απαιτούμενο αερισμό ορίζεται 30m<sup>3</sup>/h/άτομο. ενώ, διαπιστώθηκε κατά τις αυτοψίες ότι η παροχή νωπού αέρα υπερβαίνει κατά πολύ τις οδηγίες για χώρους γραφείων (81.000 m<sup>3</sup>/h).

### 3.3 Προτεινόμενα μέτρα και επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας

#### 3.3.1 Προτεινόμενα μέτρα

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω μετρήσεις, επιλέχθηκαν παρεμβάσεις στην κατεύθυνση της ενεργειακής βελτίωσης του κλιματισμού. Παράλληλα, έγιναν ενέργειες για την αναβάθμιση του λογισμικού BMS που αφορά τα συστήματα κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου και την παραμετροποίηση του με σκοπό την καταγραφή και δυνατότητα ανάκτησης ιστορικών δεδομένων λειτουργικών παραμέτρων (θερμοκρασίες, ποσοστά φόρτισης αντλιών κ.τ.λ.)

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση συνοψίζονται στα κάτωθι:

#### **Βελτιστοποίηση ελέγχου λειτουργίας ψυκτών:**

- Εγκατάσταση και προγραμματισμό συστήματος Trane Chiller Plant Control για τον έλεγχο της λειτουργίας των τεσσάρων ψυκτών. Το σύστημα ελέγχου ορίζει κάθε εβδομάδα ένα από τους τέσσερις ψύκτες ως βασικό και οι υπόλοιποι τρεις ανάλογα με τις ψυκτικές ανάγκες του κτιρίου μπαίνουν κατά σειρά σε λειτουργία. Παράλληλα, αποθηκεύονται δεδομένα που αφορούν στην παροχή του νερού (l/sec), στη θερμοκρασία εισόδου/ εξόδου, στο βαθμό απόδοσης, στην αποδιδόμενη ψυκτική ισχύ στην καταναλισκόμενη ψυκτική ισχύ, στην καταναλισκόμενη μηνιαία ηλεκτρική ενέργεια ψύκτη.
- Λειτουργικός έλεγχος ψυκτών trane RTAD 145 SE: πραγματοποιήθηκε ενδελεχής έλεγχος της λειτουργικής κατάστασης των τεσσάρων ψυκτών και αποκατάσταση των προβλημάτων που διαπιστώθηκαν.

**Ρύθμιση παροχής νωπού αέρα ΚΚΜ:** Δεδομένης της αυξημένης παροχής αέρα σε σχέση με την απαιτούμενη προτάθηκε ο έλεγχος της, με τη ρύθμιση στο BMS και την τοποθέτηση αισθητηρίων ποιότητας στον χώρο. Η παροχή νωπού αέρα υπερβαίνει κατά πολύ τις οδηγίες για χώρους γραφείων (81.000 m<sup>3</sup>/h) και προτάθηκε να μειωθεί στα 40.000 m<sup>3</sup>/h. Με αυτή τη ρύθμιση προβλέπεται να μειωθεί η ηλεκτρική κατανάλωση στους ψύκτες και στους ανεμιστήρες των Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων και η κατανάλωση του φυσικού αερίου στο λέβητα.

**Ρύθμιση inverters Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων** στο 75% και μετά τις 17:00 έως στις 21:00 στο 30%.

**Περιορισμός φορτίων κλιματισμού εκτός ωρών λειτουργίας 9μμ-7πμ (split units)**

### 3.3.2 Επαλήθευση και Πιστοποίηση της Εξοικονόμησης Ενέργειας (IPMVP)

Για την αξιολόγηση της εξοικονόμησης που επιτεύχθηκε, απαιτείται να συγκριθεί η μετρούμενη κατανάλωση πριν και μετά την υλοποίηση των επεμβάσεων. Στην κατεύθυνση αυτή, αξιοποιήθηκε το IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) το οποίο είναι ένα εργαλείο για να προσεγγιστεί η εξοικονόμηση ενέργειας. Το IPMVP υιοθετήθηκε ευρέως από εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών αρχικά για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των αποδόσεων των βελτιώσεων.

Η κατεύθυνση που παρέχεται με το πρωτόκολλο IPMVP επικεντρώνεται στην εξοικονόμηση ενέργειας ενώ έχει και εφαρμογή στην κατανάλωση νερού, τις μειώσεις εκπομπών ή οτιδήποτε μπορεί να μετρηθεί και να επαληθευτεί. Η εξοικονόμηση ενέργειας, νερού, εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε μια εγκατάσταση δεν μπορούν να μετρηθούν άμεσα δεδομένου ότι η εξοικονόμηση αντιπροσωπεύει την απουσία κατανάλωσης ή ζήτησης ενέργειας/νερού. Αντίθετα, η εξοικονόμηση καθορίζεται συγκρίνοντας τη μετρούμενη κατανάλωση ή ζήτηση ενέργειας πριν και μετά την εφαρμογή ενός μέτρου ενεργειακής απόδοσης, κάνοντας κατάλληλες προσαρμογές για αλλαγές στις συνθήκες.

Η εξοικονόμηση μπορεί να καθοριστεί για το σύνολο του κτιρίου ή για κάποια εγκατάσταση αυτού, αναλόγως της επέμβασης που υλοποιήθηκε. Το πρωτόκολλο παρέχει τέσσερις επιλογές για τη μέτρηση και για το εν λόγω κτίριο επιλέχθηκε ως μέθοδος η Επιλογή Β – Μεμονωμένες Επεμβάσεις: Μέτρηση όλων των παραμέτρων (OPTION B- Retrofit isolation/ All parameters measurement).

Η επιλογή έγινε προκειμένου να:

- αξιολογηθούν επεμβάσεις μεμονωμένες με μικρό ποσοστό εξοικονόμησης σε σχέση με το συνολικό
- υπάρχει ξεκάθαρη εικόνα παραμέτρων για κάθε ενδεχόμενο.

Η εξοικονόμηση καθορίζεται συγκρίνοντας την μετρούμενη κατανάλωση ενέργειας πριν και μετά την υλοποίηση μιας επέμβασης (ECM) κάνοντας τις απαραίτητες προσαρμογές (Adjustments) ώστε να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι που επηρεάζουν την κατανάλωση της ενέργειας (π.χ. καιρός).

Ακολουθώντας τα παραπάνω, υπολογίστηκε:

- η εξίσωση με την οποία υπολογίζεται η Προβλεπόμενη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση του Συστήματος Κλιματισμού, BHVAC σε (kWh/Μήνα). Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα που εξάγονται, με την κατανάλωση όπως αυτή μετρήθηκε από εγκατεστημένους μετρητές μεταξύ των μηνών Ιουνίου 2014 και Μαΐου 2016. Η συσχέτιση είναι στο 79,8%, μεγαλύτερη του ορίου κοινής πρακτικής 75%.
- Η εξίσωση με την οποία υπολογίζεται η Προβλεπόμενη Βασική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου BFAday σε (kWh/Ημέρα). Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα που εξάγονται, με την κατανάλωση όπως αυτή προκύπτει από τους

μηνιαίους λογαριασμούς ΕΠΑΑ την περίοδο Ιανουαρίου 2016 έως Μάιο 2017. Η συσχέτιση είναι στο 93,11% μεγαλύτερη του ορίου κοινής πρακτικής 75%.

Για τον υπολογισμό, μέτρηση και επαλήθευση των επιμέρους εξοικονομήσεων χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι δεδομένα:

- Μετεωρολογικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο μέσω βάσης δεδομένων NASA για την αξιοποίησή τους στον υπολογισμό βαθμομερών ψύξης & θέρμανσης
- Η κατανάλωση ηλεκτρισμού του συστήματος κλιματισμού όπως αυτή καταγράφεται στο υπάρχον πεδίο μετρήσεως του ηλεκτρολογικού πίνακα κλιματισμού καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.
- Η κατανάλωση φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του λέβητα θα προσδιορίζεται από στοιχεία χρεώσεων κατανάλωσης Φυσικού αερίου του προμηθευτή.
- Ηλεκτρική κατανάλωση ψυκτών
- Στοιχεία αριθμού εργαζομένων ανά μήνα.
- Στοιχεία ωραρίου λειτουργίας συστήματος κλιματισμού, Ψυκτών και Λέβητα Φ.Α.
- Στροφές inverter ανεμιστήρων
- Set points θερμοκρασίας προσαγωγής νερού και εσωτερική θερμοκρασία χώρων από το BMS

Σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία το Προσδοκώμενο Ποσοστό Συνολικής Εξοικονόμησης Ενεργειακής Κατανάλωσης (ως προς τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου (ΔΕΔΔΗΕ και ΕΠΑ) της περιόδου αναφοράς) είναι 20% ηλεκτρικής ενέργειας και 45% φυσικού αερίου.

### 3.3.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Μετά την υλοποίηση των επεμβάσεων, και σύμφωνα με τις μετρήσεις από ΔΕΔΔΗΕ και ΕΠΑ για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και κατανάλωση φυσικού αερίου, διαπιστώθηκε:

- Μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 12%

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) ΔΕΔΔΗΕ	
2016	2.693.858
2017	2.389.118

- Μείωση της κατανάλωσης φυσικού αερίου κατά 46%:

Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (kWh) ΕΠΑ	
2016	765.607
2017	416.062

### 3.4 Αξιολόγηση κτιρίου με τη μέθοδο LEED

Το κτήριο ανήκει στη κατηγορία των υφιστάμενων κτηρίων (LEED for Existing Buildings) και η σχετική πιστοποίηση αναφέρεται στην εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις σημαντικότερες κτιριακές δραστηριότητες, όπως :

- Προγράμματα συντήρησης του κτηριακού περιβάλλοντα χώρου.
- Χρήση νερού και ενέργειας.
- Κτιριακό καθαρισμό και κτιριακές μεταβολές με προϊόντα και διαδικασίες φιλικές στο περιβάλλον.
- Βιώσιμες πολιτικές προμηθειών.
- Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος.

Οι βασικοί τομείς λειτουργιών και χαρακτηριστικών, τις οποίες εξετάζει και «βαθμολογεί» στο κτήριο η μέθοδος LEED είναι :

#### **Γενική Βιωσιμότητα:**

Ενθαρρύνει τις στρατηγικές που ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και τους υδάτινους πόρους.

#### **Ορθολογική Χρήση Υδάτων:**

Ενθαρρύνει την έξυπνη χρήση του νερού, μέσα και έξω από το κτίριο, με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης πόσιμου νερού.

#### **Ενέργεια και Ατμοσφαιρική Ρύπανση:**

Ενθαρρύνει την βέλτιστη ενεργειακή απόδοση κτιρίου μέσω καινοτόμων στρατηγικών.

#### **Υλικά και Φυσικοί Πόροι:**

Ενθαρρύνει τη χρήση βιώσιμων δομικών υλικών και τη μείωση των αποβλήτων.

#### **Περιβαλλοντική Ποιότητα Εσωτερικού Χώρου:**

Ενθαρρύνει την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα και την πρόσβαση σε φυσικό φως και θέα.

Για την πιστοποίηση του κτιρίου, αξιολογούνται επιμέρους παράμετροι των ανωτέρω ενότητων οι οποίες συνοψίζονται στο παρακάτω πίνακα:

**1. Ως προς την Αειφόρο Χωροθέτηση το κτίριο μπορεί να επιτύχει τη βαθμολόγηση ως προς τις κάτωθι παραμέτρους:**

**Credit 2: Building Exterior and Hardscape Management Plan:**

Απαιτείται να συνταχθεί σχέδιο με το οποίο θα παρέχονται κατευθυντήριες γραμμές για τη συντήρηση του περιβάλλοντος χώρου με περιβαλλοντικά κριτήρια. Το σχέδιο θα αφορά στα ακόλουθα:

- Εξοπλισμός συντήρησης
- Απομάκρυνση χιονιού & πάγου
- Καθαρισμός
- Χρώματα & στεγανωτικά που χρησιμοποιούνται
- Καθαρισμός πεζοδρομίων, πεζοδρομίων και άλλων σκληρών δαπέδων.

Οι στόχοι του σχεδίου είναι:

- Ελαχιστοποίηση του αντίκτυπου των πρακτικών διαχείρισης του χώρου στο τοπικό οικοσύστημα
- Χρήση κατάλληλου εξοπλισμού και στρατηγικών για τη μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων και τον περιορισμό των εκπομπών επιβλαβών αερίων
- Διατήρηση καθαρού και ασφαλούς περιβάλλοντος χώρου
- Εφαρμογή περιβαλλοντικών πρακτικών για τον εξοπλισμό συντήρησης, την χρήση χημικών ,
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε ΠΟΕ (πηκτικών οργανικών ενώσεων) των βαφών και στεγανωτικών του περιβάλλοντος χώρου.

**Credit 3: Integrated Pest Management, Erosion Control and Landscape Management Plan**

Απαιτείται να συνταχθεί σχέδιο που θα παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες για την προστασία και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας στο χώρο του κτιρίου ενώ θα υποστηρίζει υψηλής ποιότητας λειτουργίες του κτιρίου.

Ο στόχος του σχεδίου είναι να ελαχιστοποιήσει τον αντίκτυπο στο τοπικό οικοσύστημα και να μειώσει την έκθεση των χρηστών και του προσωπικού συντήρησης σε δυνητικά επικίνδυνα χημικά, και ρύπους. Το Σχέδιο αφορά τις βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές για

- την ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων σε εξωτερικούς χώρους (IPM)
- την Ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων σε εσωτερικούς χώρους
- τον έλεγχο διάβρωσης και καθίζησης
- τα απόβλητα τοπίου

- τη Χρήση λιπασμάτων

#### **Credit 4: Alternative Commuting Transportation**

Αφορά στη μείωση της ρύπανσης και των επιπτώσεων της από τη χρήση του αυτοκινήτου για τις μετακινήσεις. Εν προκειμένω, δεδομένης αφενός της τοποθεσίας σε γραμμή τρένου (σταθμός Καλλιθέα) και αφετέρου της δυνατότητας τηλεργασίας των εργαζομένων κρίνεται ότι είναι δυνατή η βαθμολόγηση του ακινήτου. Με χρήση της φόρμας υπολογισμού που παρέχεται από την ιστοσελίδα του LEED v4 \_Alternative Transportation Calculator\_v02 και με διάφορες θεωρήσεις για την προσέγγιση της βαθμολογίας, προκύπτει ότι μπορεί να επιτευχθεί μείωση της χρήσης αυτοκινήτου της τάξης του 30% και με τηλεργασία μπορεί να επιτευχθεί και μείωση της τάξης του 75%.

#### **Credit 5: Site Development-Protect or Restore Open Habitat**

Στόχος είναι η διατήρηση υπαρχουσών φυτεμένων περιοχών και αποκατάσταση κατεστραμμένων. Για να βαθμολογηθεί το κτίριο ως προς αυτή την παράμετρο, απαιτείται να υπάρχει βλάστηση η οποία θα καλύπτει τουλάχιστον το 25% της συνολικής επιφάνειας του χώρου (εξαιρουμένου του κτιριακού περιγράμματος) ή το 5% της συνολικής επιφάνειας του χώρου (συμπεριλαμβανομένης της κάλυψης του κτιρίου), όποιο είναι μεγαλύτερο. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα η συντήρηση της βλάστησης ή η αποκατάσταση να γίνει εκτός του εν λόγω γηπέδου ωστόσο αυτή θα πρέπει να τεκμαίρεται από σχετική σύμβαση με ιδιοκτήτη ακινήτου.

#### **2. Ως προς την Ορθολογική Χρήση Υδάτων του Κτιρίου:**

Στην κατηγορία υπάρχει υποχρεωτική παράμετρος που πρέπει να καλύπτεται από το κτίριο:

#### **Prereq 1: Minimum Indoor Plumbing Fixture and Fitting Efficiency**

Αφορά στον έλεγχο της μέγιστης κατανάλωσης του νερού ενός κτιρίου και δίνονται βαθμολογικά κίνητρα π.χ. για την επιλογή και χρήση αποδοτικών μπαταριών και εξοπλισμού, για την επιλογή φυτών με μηδενικές ανάγκες άρδευσης κ.α.

Για τον έλεγχο της παραμέτρου γίνεται υπολογισμός της κατανάλωσης υδάτων λαμβάνοντας υπόψη τις εγκαταστάσεις και σύγκριση με την θεωρητική κατανάλωση που θα είχε το κτίριο αν αυτό ήταν σε συμμόρφωση με τους κανονισμούς που υιοθετούνται για τον έλεγχο.

#### **Credit 1: Water Performance Measurement**

Στο κτίριο παρακολουθείται και καταγράφεται η κατανάλωση ύδατος.

## **Credit 2: Additional Indoor Plumbing Fixture and Fitting Efficiency**

Σκοπός είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης των υδραυλικών εγκαταστάσεων και η μείωση της χρήσης πόσιμου νερού και την επακόλουθη επιβάρυνση στα δημοτικά συστήματα ύδρευσης και αποχέτευσης.

Με χρήση του εργαλείου/ φόρμα xls: v4v4 1\_Indoor Water Use Reduction Calculator\_v04\_0 γίνεται υπολογισμός της μείωσης κατανάλωσης και υπολογίζεται 22,30%.

### **3. Ενέργεια και Ατμόσφαιρα**

Ως προς την ενέργεια και την ατμόσφαιρα, δίνονται βαθμολογικά κίνητρα για ένα ενεργειακά αποδοτικό κέλυφος καθώς και για την επιλογή μηχανημάτων υψηλής απόδοσης. Πριμοδοτείται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, π.χ. με φωτοβολταϊκά συστήματα επί του κτηρίου ή του οικοπέδου.

Στην κατηγορία υπάρχουν υποχρεωτικές παράμετροι που πρέπει να καλύπτονται από το κτίριο:

#### **Prereq 1: Energy Efficiency Best Management Practices**

Αφορά στην ύπαρξη πρακτικών για την ενεργειακή απόδοση όπως είναι η ρύθμιση του αερισμού και του κλιματισμού σύμφωνα με το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου και τη ρύθμιση των ανεμιστήρων στο 50%. Επιπλέον, υπάρχει συντηρητής για την αντιμετώπιση τυχόν βλαβών του μηχανολογικού εξοπλισμού ή επίλυση προβλημάτων που θα αναφερθούν από τους χρήστες καθώς και συνεργείο καθαρισμού αναλαμβάνει το κτίριο μετά το ωράριο των χρηστών. Επιπλέον, υπάρχει εγκατεστημένο BMS για τον έλεγχο και παρακολούθηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

#### **Prereq 2: Minimum Energy Efficiency Performance**

Αφορά στον καθορισμό πρακτικών για τη μείωση των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την υπερβολική χρήση ενέργειας κατά τη λειτουργία του. Για τη βαθμολόγηση του απαιτείται το κτίριο να πληροί τις προϋποθέσεις για να λάβει τη βαθμολογία ενεργειακής απόδοσης χρησιμοποιώντας το εργαλείο Διαχείρισης χαρτοφυλακίου ENERGY STAR® της EPA με βαθμολογία ενεργειακής απόδοσης τουλάχιστον 69. Σε αυτό το πλαίσιο, το κτίριο πρέπει να διαθέτουν μετρητές ενέργειας την περίοδο που πρόκειται να πιστοποιηθούν και οι υπολογισμοί να βασίζονται στην πραγματική μετρούμενη κατανάλωση ενέργειας.

Εν προκειμένω, το κτίριο λαμβάνει βαθμολογία 8, δεδομένου ότι η βαθμολογία του σύμφωνα με το ENERGY STAR είναι 79. Σημειώνεται ότι η βαθμολογία που λαμβάνει το κτίριο πριν πραγματοποιηθούν οι αναβαθμίσεις του κλιματισμού είναι 70.



### **Prereq 3: Fundamental Refrigerant Management**

Για την πιστοποίηση είναι προϋπόθεση η μηδενική χρήση ψυκτικών με βάση CFC στο σύστημα κλιματισμού.

Περαιτέρω, κρίνεται ότι το κτίριο μπορεί να βαθμολογηθεί ως προς τα παρακάτω κριτήρια:

### **Credit 2.1: Existing Building Commissioning—Investigation and Analysis**

Με αυτή τη δράση, επιχειρείται η κατανόηση της λειτουργίας των κύριων συστημάτων κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου, οι επιλογές για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και ένα σχέδιο για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας. Για να επιτευχθεί η βαθμολογία απαιτείται να γίνει ενεργειακός έλεγχος προκειμένου να διαπιστωθεί η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου και να καταγραφούν τα προβλήματα που επηρεάζουν την άνεση και τη χρήση ενέργειας των χρηστών καθώς και την ανάπτυξη των αλλαγών που θα αντιμετωπίσουν τα εν λόγω θέματα. Με τον έλεγχο αναδεικνύονται οι δράσεις όπως οι επεμβάσεις στον κλιματισμό, στην παροχή του νωπού αέρα.

### **Credit 2.2: Existing Building Commissioning—Implementation**

Η δράση αφορά στην εφαρμογή λειτουργικών βελτιώσεων χαμηλού κόστους όπως είναι ο περιορισμός της λειτουργίας του κλιματισμού εκτός του ωραρίου λειτουργίας του κτιρίου καθώς και ανάπτυξη σχεδίου για την αντικατάσταση εξοπλισμού και σημαντικές τροποποιήσεις ή αναβαθμίσεις με βάση τον έλεγχο που διενεργήθηκε. Απαιτείται η ανάπτυξη ενός προγράμματος για την παρακολούθηση και επαλήθευση των επεμβάσεων με την επαλήθευση της αποτελεσματικότητας, και την τεκμηρίωση των δαπανών και του οφέλους για το περιβάλλον και τους χρήστες.

Περαιτέρω, προωθείται η εκπαίδευση της ομάδας συντηρητών σε θέματα που αφορούν τη σωστή λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου όπως η διόρθωση του χρονοδιαγράμματος λειτουργίας των συστημάτων και η βελτίωση τον έλεγχο των ψυκτών.

### **Credit 3.1: Performance Measurement—Building Automation System**

Αφορά στην εγκατάσταση συστήματος BAS που παρακολουθεί και ελέγχει τις εγκαταστάσεις του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων τουλάχιστον της θέρμανσης, της ψύξης, του εξαερισμού και του φωτισμού.

Στο κτίριο υπάρχει εγκατεστημένο Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου (BMS) που ελέγχει και παρακολουθεί τις λειτουργίες των συσκευών και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, από ένα ή περισσότερα σημεία του κτιρίου. Στόχος του είναι η έγκαιρη ανίχνευση βλαβών, η μέγιστη ενεργειακή τους απόδοση, η βέλτιστη και ασφαλή λειτουργία τους. Το BMS συλλέγει και αξιολογεί πληροφορίες και τις αξιοποιεί για την προληπτική διατήρηση των εγκαταστάσεων. Το

BMS προσαρμόζει αυτόματα τις λειτουργίες εξοπλισμού και συσκευών ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, σύμφωνα με προκαθορισμένα λειτουργικά «σενάρια», τα οποία είναι προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις και τις λειτουργικές ανάγκες του κτιρίου.

### Credit 3.2: Performance Measurement—System-Level Metering

Σκοπός είναι να καταγραφούν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τη χρήση ενέργειας για την υποστήριξη της διαχείρισης ενέργειας και τον εντοπισμό ευκαιριών για πρόσθετες βελτιώσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας. Κατόπιν μετρήσεων, οι καταναλώσεις είναι σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, όπου τα φορτία ασφαλείας αφορούν στη γεννήτρια και συμπεριλαμβάνουν και ένα τμήμα του φωτισμού, στα φορτία ψυκτών συμπεριλαμβάνεται και βοηθητικός εξοπλισμός (όπως ανεμιστήρες και αντλίες), UPS αφορούν σε φορτία υπολογιστών.

Περίοδος	Φορτία Διανομής		Φορτία Ασφαλείας		Φορτία Ψυκτών		Φορτία UPS		Σύνολο	
	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Ιουν-14	63.903		18.549		133.579		19.805		235.836	9,74
Ιουλ-14	66.991		17.938		144.444		18.488		247.862	10,24
Αυγ-14	58.078		14.809		131.910		16.261		221.057	9,13
Σεπ-14	64.769		18.495		118.147		19.239		220.650	9,11
<b>Σύνολο: Περίοδος ψύξης Ιουν 2014- Σεπτ 2014</b>	<b>253.741</b>	<b>27,42</b>	<b>69.791</b>	<b>7,54</b>	<b>528.080</b>	<b>57,06</b>	<b>73.793</b>	<b>7,97</b>	<b>925.405</b>	<b>38,21</b>
Οκτ-14	66.132		18.914		94.488		18.669		198.202	8,18
Νοε-14	60.747		18.801		93.268		17.804		190.621	7,87
Δεκ-14	59.941		20.187		85.263		17.739		183.129	7,56
Ιαν-15	60.879		20.572		64.275		17.502		163.228	6,74
Φεβ-15	64.840		21.353		57.368		21.189		164.750	6,80
Μαρ-15	73.286		22.100		65.513		23.966		184.864	7,63
Απρ-15	70.728		18.612		77.304		22.151		188.795	7,80
Μαϊ-15	74.801		19.697		104.539		23.590		222.627	9,19
<b>Σύνολο: Περίοδος θέρμανσης Οκτ 2014-Μαι 2015</b>	<b>531.354</b>	<b>35,51</b>	<b>160.236</b>	<b>10,71</b>	<b>642.018</b>	<b>42,91</b>	<b>162.610</b>	<b>10,87</b>	<b>1.496.216</b>	<b>61,79</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>785.095</b>	<b>32,42</b>	<b>230.027</b>	<b>9,50</b>	<b>1.170.098</b>	<b>48,32</b>	<b>236.403</b>	<b>9,76</b>	<b>2.421.623</b>	
Κατανομή Ανά Χρήση (%)	32,42%		9,50%		48,32%		9,76%			

Πίνακας 17 Ενεργειακή κατανάλωση σύμφωνα με τις μετρητικές διατάξεις

### Credit 4: EAc4 On-Site and Off-Site Renewable Energy

Πριμοδοτείται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο κτίριο. Παρέχεται η δυνατότητα να βαθμολογηθεί το κτίριο εφόσον συνάψει σύμβαση για αγορά REC's (renewable energy certificates) και η βαθμολογία είναι ανάλογη του ποσοστού της ενέργειας που καλύπτεται.

#### **4. Ως προς τα Υλικά και τους Φυσικούς Πόρους:**

Στόχος αυτής της κατηγορίας είναι η ελαχιστοποίηση της χρήσης φυσικών πόρων. Ενθαρρύνεται η ανακύκλωση, η επιλογή υλικών που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από το έργο και η επιλογή ανακυκλωμένων υλικών.

Υπάρχουν απαιτούμενες παράμετροι που πρέπει να καλύπτονται για την πιστοποίηση:

##### **Prereq 1: Sustainable Purchasing Policy**

Για τη βαθμολόγηση απαιτείται να αναπτυχθεί η πολιτική αγορών του κτιρίου στην κατεύθυνση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η πολιτική πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον τα αναλώσιμα του κτιρίου (σχ. Credit 1) ενώ μπορεί να περιλαμβάνει τον εξοπλισμό (Credit 2.1: Sustainable Purchasing Electric-Powered Equipment, τα έπιπλα (Credit 2.2: Sustainable Purchasing-Furniture) ή λαμπτήρες (Credit 4: Sustainable Purchasing-Reduced Mercury in Lamps. μπορεί να καλύπτει αναλώσιμα, εξοπλισμό, λαμπτήρες. Άρα, στη διάρκεια της παρακολούθησης του κτιρίου για την πιστοποίηση, πρέπει οι τυχόν αγορές να συμμορφώνονται με αυτή την πολιτική.

##### **Prereq 2: Solid Waste Management Policy**

Απαιτείται να συνταχθεί ένα πρόγραμμα για τη συλλογή, ταξινόμηση, απομάκρυνση και απόρριψη αναλωσίμων, αγαθών και οικοδομικών υλικών που σχετίζονται με το κτίριο, τη λειτουργία του και τυχόν τροποποιήσεις που θα γίνουν σε αυτό. Η πολιτική μπορεί να περιλαμβάνει:

- Αναλώσιμα όπως χαρτί, γυαλί, πλαστικό, μέταλλα, μπαταρίες, λαμπτήρες που περιέχουν υδράργυρο
- Αγαθά όπως ηλεκτρονικό εξοπλισμό ή έπιπλα
- Οικοδομικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε κατασκευές π.χ. κουφώματα τοίχου, μόνωση, πόρτες, παράθυρα, υλικά δαπέδων.

Σε συνέχεια της πολιτικής, κρίνεται ότι το κτίριο μπορεί να βαθμολογηθεί ως προς τις παρακάτω παραμέτρους:

**Credit 2.1: Sustainable Purchasing Electric-Powered Equipment:** ο εξοπλισμός μπορεί να αφορά σε υπολογιστές, οθόνες, φωτοαντιγραφικά, εκτυπωτές, σαρωτές, μηχανές φαξ, συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια πιάτων, ψύκτες νερού), εξωτερικοί μετασχηματιστές ρεύματος και τηλεοράσεις και άλλος οπτικοακουστικός εξοπλισμός

## **Credit 2.2: Sustainable Purchasing-Furniture**

## **Credit 4: Sustainable Purchasing-Reduced Mercury in Lamps**

Απαιτείται να δρομολογηθεί η μείωση της χρήσης τοξικών υλικών- υδραργύρου κατά την αγορά νέων λαμπτήρων.

### **5. Ως προς την Ποιότητα του Εσωτερικού Περιβάλλοντος του Κτιρίου:**

Ένα κτίριο για να πιστοποιηθεί κατά LEED πρέπει να πληρεί ελάχιστες προδιαγραφές της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Ενθαρρύνεται η χρήση υλικών με μηδενική ή πολύ χαμηλή εκπομπή Πτητικών Οργανικών Ενώσεων. Επίσης δίνονται κίνητρα για την επίτευξη επαρκούς φυσικού φωτισμού σε όλους τους κύριους χώρους του κτιρίου.

Ως προς την κατηγορία, υπάρχουν υποχρεωτικές κατηγορίες που πρέπει να καλύπτονται από το κτίριο:

### **Prereq 1: Minimum IAQ Performance**

Σκοπός είναι να επιτευχθεί η ελάχιστη απόδοση της ποιότητας αέρα εσωτερικού χώρου (IAQ) συμβάλλοντας έτσι στην άνεση και την ευημερία των επιβατών. Ο υπολογισμός του εξαερισμού οφείλει να γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς που προβλέπει η κατηγορία (ASHRAE 62.1-2004 ή τοπικός κανονισμός).

### **Prereq 2: Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control**

Αφορά στην απαγόρευση καπνίσματος εντός του κτιρίου και σε μία ζώνη περιμετρικά του κτιρίου με κατάλληλη σήμανση.

### **Prereq 3 Green Cleaning Policy**

Σκοπός είναι η μείωση των επιπέδων ρύπων (χημικών, βιολογικών και σωματιδίων) που μπορούν να επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα, την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Απαιτείται να υιοθετηθεί μία πολιτική για τον καθαρισμό, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και τον εξοπλισμό. Με την πολιτική θα δίνονται κατευθύνσεις για τη σωστή αποθήκευση των χημικών που χρησιμοποιούνται, για τη μείωση της τοξικότητας των ουσιών που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό για την εξοικονόμηση νερού κλπ.

Το κτίριο μπορεί να επιτύχει τη βαθμολόγηση ως προς τις κάτωθι παραμέτρους:

### **Credit 1.1 Indoor Air Quality Best Management Practices—Indoor Air Quality Management Program**

Αφορά στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων με τη βελτιστοποίηση πρακτικών για την πρόληψη αστοχιών, τη διόρθωση τυχόν προβλημάτων και τη διατήρηση της άνεσης των χρηστών. Απαιτείται η ανάπτυξη ενός προγράμματος διαχείρισης και παρακολούθησης σύμφωνα με τις οδηγίες (the EPA Indoor Air Quality Building Education and Assessment Model (I-BEAM), EPA Reference Number 402-C-01-001).

### **Credit 3.1 Green Cleaning—High Performance Cleaning Program**

Αφορά στη μείωση της έκθεσης των χρηστών και των συντηρητών σε επικίνδυνα χημικά ή σωματιδιακούς ρύπους που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του αέρα, την υγεία και το περιβάλλον. Απαιτείται η εφαρμογή προγράμματος για τον καθαρισμό σύμφωνα με την πολιτική (credit prereq 3- Green Policy) η οποία θα αφορά στην εκπαίδευση του προσωπικού και τη χρήση βιώσιμων καθαριστικών και εξοπλισμού.

### **Credit 3.2 Green Cleaning-Custodial Effectiveness Assessment**

Αφορά στη μείωση των επιπέδων των χημικών, βιολογικών και σωματιδιακών ρύπων, που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία, τα συστήματα του κτιρίου και το περιβάλλον, εφαρμόζοντας αποτελεσματικές διαδικασίες καθαρισμού. Απαιτείται η υιοθέτηση της πολιτικής καθαρισμού καθώς και σύστημα ελέγχου για τυχόν αστοχίες.

Σύμφωνα με το σύστημα, τίθενται προτεραιότητες ανάλογα με τη γεωγραφική θέση ενός κτιρίου. Προσδιορίζονται συγκεκριμένες παράμετροι ανά περιοχή (από αυτές που καλύπτονται στη λίστα ελέγχου) οι οποίες κρίνεται ότι συμβάλλουν περισσότερο στα κρίσιμα ζητήματα στη συγκεκριμένη τοποθεσία. Με έλεγχο σε αντίστοιχα projects στο αρχείο LEED, για υφιστάμενα κτίρια στην κατηγορία LEED 2009 Existing Buildings Operations and Maintenance, οι παράμετροι με προτεραιότητα που βαθμολογούνται επιπλέον (Regional Priority Credits) είναι:

EAc1 Optimize energy efficiency performance

EAc3.1 Performance measurement- building automation system

EAc3.2 Performance measurement- system-level metering

WEc1 Water performance measurement

WEc2 Additional indoor plumbing fixture and fitting efficiency

WEc3 Water efficient landscaping

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, το κτίριο μπορεί να βαθμολογηθεί επιπλέον με 4 βαθμούς.

Συνολικά, το κτίριο μπορεί να πιστοποιηθεί σύμφωνα με το πρότυπο LEED 2009 Existing Buildings Operations and Maintenance συγκεντρώνοντας 50 βαθμούς. Η βαθμολογία μπορεί να επιτευχθεί με τις παρεμβάσεις στο κλιματισμό, καθώς και στοχευμένες δράσεις για τη λειτουργία του κτιρίου (συντήρηση, καθαρισμό) και τη συμπεριφορά των χρηστών (τηλεργασία).

## 4 Συμπεράσματα

Δεδομένου ότι τα κτίρια ευθύνονται σήμερα για το 40% περίπου της κατανάλωσης ενέργειας, είναι επιτακτική ανάγκη να προωθηθεί, με κάθε δυνατό τρόπο, η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω ανακαίνισης και εκσυγχρονισμού του κτιριακού αποθέματος. Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων απαιτεί την αυξημένη χρήση ενεργειακά αποδοτικών και χαμηλών εκπομπών συστημάτων θέρμανσης, αλλά και την ανακαίνιση ή κατασκευή πιο έξυπνων κτιρίων, με βελτιωμένα υλικά για τη μόνωση μεταξύ άλλων.

Παράλληλα, μια ιδιαίτερα σημαντική πολιτική αποτελεί και η βέλτιστη χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης, καθώς και συστημάτων αυτοπαραγωγής από ΑΠΕ για την κάλυψη των κτιριακών αναγκών για ηλεκτρική ενέργεια, μέσω και της ενίσχυσης του ρόλου των καταναλωτών. Οι δράσεις αυτές θα οδηγήσουν σε χαμηλότερο κόστος διαβίωσης. Πρέπει, ωστόσο, να παρασχεθούν οι τρόποι και τα μέσα, ώστε να βοηθηθούν οι πολίτες να πραγματοποιήσουν αυτή μετάβαση. Εξάλλου, σύμφωνα με τις επιταγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

Τα εμπορικά κτίρια και πιο συγκεκριμένα, τα κτίρια γραφείων αποτελούν σήμερα αναπόσπαστο μέρος του κτιριακού αποθέματος και παρουσιάζουν μερικά από τα υψηλότερα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας. Η τεχνολογική ανάπτυξη και ο εκτεταμένος εξοπλισμός γραφείου στο χώρο εργασίας οδηγεί σε αύξηση στη ζήτηση ενέργειας. Εκτός από την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και τη μείωση της ζήτησης ενέργειας, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη διασφάλιση της ποιότητας του αέρα και των συνθηκών θερμικής άνεσης των εσωτερικών χώρων, ώστε να διασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικού χώρου για τους χρήστες.

Ωστόσο, διαπιστώνονται προκλήσεις/ εμπόδια που πρέπει να υπερκεραστούν για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων. Οι προκλήσεις αφορούν στο υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο, στο διαθέσιμο κεφάλαιο για τις επενδυτικές δαπάνες και την έλλειψη ή την περιορισμένη πρόσβαση σε κεφαλαιακές ροές καθώς και τεχνικής φύσης εμπόδια καθώς οι διάφορες εγκατεστημένες τεχνολογίες στα κτίρια είναι εξαιρετικά διαδραστικές και ως εκ τούτου τα μέτρα αναβάθμισης μπορούν να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στα επί μέρους συστήματα κτιρίων λόγω των αλληλεπιδράσεων, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα η επιλογή των τεχνολογιών αναβάθμισης να γίνεται πολύ περίπλοκη. Περαιτέρω, η ανεπαρκής πληροφόρηση των καταναλωτών, η αβεβαιότητα σχετικά με τις εξελίξεις σε επίπεδο τιμών ενέργειας και τεχνολογιών, καθώς και η ανεπαρκής εξοικείωση με τεχνικά ζητήματα, έχουν ως αποτέλεσμα ο χρήστης/ καταναλωτής να είναι ανέτοιμος να κρίνει/ αξιολογήσει τα οφέλη της ενεργειακής αναβάθμισης.

Για την προώθηση και επίτευξη της ενεργειακής απόδοσης η πολιτεία λαμβάνει μέτρα στην κατεύθυνση της στρατηγικής ανακαίνισης του κτιριακού αποθέματος όπως μεταξύ άλλων την προώθηση συμβάσεων με Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών και χρηματοδοτικών εργαλείων για τη μόχλευση ιδιωτικών κεφαλαίων καθώς και την ενημέρωση των επαγγελματιών και καταναλωτών για ενεργειακό και αποδοτικό εξοπλισμό και ορθολογική χρήση ενέργειας. Στην κατεύθυνση της αύξησης των Κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας έχουν

θεσμοθετηθεί κίνητρα σχετικά με αυξημένη δόμηση σε νεόδμητα που κατατάσσονται στην ανώτερη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης ή μειωμένα πρόστιμα σε κτίρια που γίνονται επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης ή άλλα φορολογικά κίνητρα.

Για την ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων πρέπει να εξεταστεί η αρχιτεκτονική του κάθε κτιρίου σε σχέση με τη δυνατότητα εφαρμογής των διάφορων εναλλακτικών/ επεμβάσεων ενώ παράλληλα, απαιτείται ο έλεγχος του κόστους των επεμβάσεων, η εξοικονόμηση που εκτιμάται από την εν λόγω επέμβαση καθώς και η απόσβεση του κόστους σε βάθος χρόνου. Βασικό σημείο στη διαδικασία της ενεργειακής αναβάθμισης είναι η προσομοίωση του κτιρίου προκειμένου αφενός να επιλεγούν τα μέτρα που θα δώσουν τα ευνοϊκότερα αποτελέσματα και αφετέρου να είναι δυνατός ο υπολογισμός της εξοικονόμησης που επιτυγχάνεται. Ένα αξιόπιστο ενεργειακό μοντέλο μπορεί να υποστηρίξει της ακριβή εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας διαφόρων σεναρίων αναβάθμισης ωστόσο η ενεργειακή προσομοίωση υφιστάμενων παλαιών κτιρίων με ελλιπή δεδομένα είναι ιδιαίτερως δύσκολη.

Οι παρεμβάσεις του κτιρίου αφορούν είτε στο κτιριακό κέλυφος (θερμομόνωση κελύφους, αντικατάσταση των υαλοπινάκων) ή στις Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (θέρμανση, φωτισμό) ή στην εγκατάσταση ΑΠΕ.

Τα κίνητρα για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων γραφείων, είναι αφενός περιβαλλοντικά και αφετέρου οικονομικά. Με επεμβάσεις στην κατεύθυνση της ενεργειακής αναβάθμισης, μειώνεται το οικολογικό και ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ενώ εξοικονομείται ενέργεια και πόσιμο νερό. Παράλληλα, αυξάνεται η εμπορική αξία του ακινήτου (και της επιχείρησης) με την παράλληλη μείωση των λειτουργικών εξόδων ενώ το κτίριο γίνεται πιο ελκυστικό προς τους χρήστες λόγω της βελτίωσης των συνθηκών του εσωτερικού χώρου καθώς και πιο αναγνωρίσιμα.

Με την παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η διερεύνηση των δυνατοτήτων ενεργειακής αναβάθμισης και βελτίωσης της απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων γραφείων. Αφενός, καταγράφηκαν οι δυσκολίες είτε θεσμικές, τεχνικές, οικονομικές ή δυσκολίες που απορρέουν από τη συμπεριφορά των χρηστών αφετέρου επιχειρήθηκε να αποτυπωθεί η διαδικασία για την ενεργειακή αναβάθμιση από τον σχεδιασμό μέχρι την υλοποίηση των επεμβάσεων και την αξιολόγηση τους.

Από τη μελέτη κτιρίου γραφείων διαπιστώθηκε ότι είναι εφικτή η εξοικονόμηση ενέργειας με μεμονωμένες δράσεις στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, χωρίς να γίνει πλήρης ανακατασκευή του κτιρίου. Στο κτίριο μετρήθηκε εξοικονόμηση 12% στην κατανάλωση ενέργειας και 46% στην κατανάλωση φυσικού αερίου. Περαιτέρω, για την πιστοποίηση του με τη μέθοδο LEED, εκτός των επεμβάσεων στις εγκαταστάσεις του κτιρίου, απαιτούνται δράσεις στην κατεύθυνση των πέντε αξόνων που εξετάζεται σύμφωνα με τη μέθοδο. Είναι εφικτή η βαθμολόγηση του κτιρίου αν συνυπολογιστούν η υιοθέτηση πολιτικών ως προς τη λειτουργία του όπως η συντήρηση του κτιριακού περιβάλλοντος χώρου, η χρήση του νερού, ο καθαρισμός και η πολιτική προμηθειών. Περαιτέρω, είναι σημαντική η χωροθέτηση του κτιρίου κοντά σε σταθμό τρένου ενώ αυτό μπορεί να πριμοδοτηθεί περαιτέρω με την υιοθέτηση πρακτικών τηλεργασίας.



#### 4.1 Αναπάντητα ερωτήματα

Η μελέτη του κτιρίου βασίζεται σε συγκεκριμένες επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε αυτό και εστιάζει στη δυνατότητα πιστοποίησης του με τη μέθοδο LEED.

Με τη διερεύνηση περισσότερων επεμβάσεων στο κτίριο θα μπορούσε να αξιολογηθούν οι δυνατότητες για τη βελτίωση της ενεργειακής του αναβάθμισης και να διαπιστωθούν επόμενες ενέργειες σε αυτή την κατεύθυνση.

Περαιτέρω, θα μπορούσε να διερευνηθεί το κόστος των επεμβάσεων σε σχέση με την επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση των επεμβάσεων.

Τέλος, θα μπορούσε να απαντηθεί κατά πόσο θα επηρεαζόταν η βαθμολόγηση κατά LEED με τις νέες επιλεγόμενες προτεινόμενες επεμβάσεις.

Η εργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για τη μελέτη του κτιρίου προκειμένου αφενός να προκύψουν άλλες ενέργειες για εξοικονόμηση ενέργειας και αφετέρου για να αναδειχθούν οι αναγκαίες ενέργειες για την πιστοποίηση του κτιρίου ως gold (βαθμολογία 60-79).

#### 4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η ενεργειακή απόδοση και αναβάθμιση κτιρίων γραφείων αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος πολλών μερών (επενδυτών, μισθωτών, χρηστών). Περαιτέρω μελέτη θα μπορούσε να γίνει:

- Για κτίρια σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες και να επιχειρηθεί μία σύγκριση των αναγκών των κτιρίων.
- Για κτίρια άλλης επιφανείας (μεγαλύτερης και μικρότερης) και να επιχειρηθεί μία σύγκριση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας (ποσοστιαία).

# Παράρτημα Ι: Πίνακας βαθμολόγησης κατά LEED



## LEED 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance

Project Checklist

Project Name: Moshato

Date: 26/7/2022

### 18 Sustainable Sites Possible Points: 26

Y	?	N			
			Credit 1	LEED Certified Design and Construction	4
1			Credit 2	Building Exterior and Hardscape Management Plan	1
1			Credit 3	Integrated Pest Mgmt, Erosion Control, and Landscape Mgmt Plan	1
15			Credit 4	Alternative Commuting Transportation	3 to 15
1			Credit 5	Site Development—Protect or Restore Open Habitat	1
			Credit 6	Stormwater Quantity Control	1
			Credit 7.1	Heat Island Reduction—Non-Roof	1
			Credit 7.2	Heat Island Reduction—Roof	1
			Credit 8	Light Pollution Reduction	1

### 4 Water Efficiency Possible Points: 14

Y			Prereq 1	Minimum Indoor Plumbing Fixture and Fitting Efficiency	
1			Credit 1	Water Performance Measurement	1 to 2
3			Credit 2	Additional Indoor Plumbing Fixture and Fitting Efficiency	1 to 5
			Credit 3	Water Efficient Landscaping	1 to 5
			Credit 4	Cooling Tower Water Management	1 to 2

### 18 Energy and Atmosphere Possible Points: 35

Y			Prereq 1	Energy Efficiency Best Management Practices	
Y			Prereq 2	Minimum Energy Efficiency Performance	
Y			Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management	
8			Credit 1	Optimize Energy Efficiency Performance	1 to 18
2			Credit 2.1	Existing Building Commissioning—Investigation and Analysis	2
2			Credit 2.2	Existing Building Commissioning—Implementation	2
			Credit 2.3	Existing Building Commissioning—Ongoing Commissioning	2
1			Credit 3.1	Performance Measurement—Building Automation System	1
2			Credit 3.2	Performance Measurement—System-Level Metering	1 to 2
3			Credit 4	On-site and Off-site Renewable Energy	1 to 6
			Credit 5	Enhanced Refrigerant Management	1
			Credit 6	Emissions Reduction Reporting	1

### 3 Materials and Resources Possible Points: 10

Y			Prereq 1	Sustainable Purchasing Policy	
Y			Prereq 2	Solid Waste Management Policy	
			Credit 1	Sustainable Purchasing—Ongoing Consumables	1
1			Credit 2.1	Sustainable Purchasing—Electric-Powered Equipment	1
1			Credit 2.2	Sustainable Purchasing—Furniture	1
			Credit 3	Sustainable Purchasing—Facility Alterations and Additions	1
1			Credit 4	Sustainable Purchasing—Reduced Mercury in Lamps	1
			Credit 5	Sustainable Purchasing—Food	1

### Materials and Resources, Continued

			Credit 6	Solid Waste Management—Waste Stream Audit	1
			Credit 7	Solid Waste Management—Ongoing Consumables	1
			Credit 8	Solid Waste Management—Durable Goods	1
			Credit 9	Solid Waste Management—Facility Alterations and Additions	1

### 3 Indoor Environmental Quality Possible Points: 15

Y			Prereq 1	Minimum IAQ Performance	
Y			Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	
Y			Prereq 3	Green Cleaning Policy	
1			Credit 1.1	IAQ Best Mgmt Practices—IAQ Management Program	1
			Credit 1.2	IAQ Best Mgmt Practices—Outdoor Air Pollution Monitoring	1
			Credit 1.3	IAQ Best Mgmt Practices—Increased Ventilation	1
			Credit 1.4	IAQ Best Mgmt Practices—Reduce Particulates in Air Distribution	1
			Credit 1.5	IAQ Mgmt Plan—IAQ Mgmt for Facility Alterations and Additions	1
			Credit 2.1	Occupant Comfort—Occupant Survey	1
			Credit 2.2	Controllability of Systems—Lighting	1
			Credit 2.3	Occupant Comfort—Thermal Comfort Monitoring	1
			Credit 2.4	Daylight and Views	1
1			Credit 3.1	Green Cleaning—High Performance Cleaning Program	1
1			Credit 3.2	Green Cleaning—Custodial Effectiveness Assessment	1
			Credit 3.3	Green Cleaning—Sustainable Cleaning Products, Materials Purchases	1
			Credit 3.4	Green Cleaning—Sustainable Cleaning Equipment	1
			Credit 3.5	Green Cleaning—Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
			Credit 3.6	Green Cleaning—Indoor Integrated Pest Management	1

### Innovation in Operations Possible Points: 6

			Credit 1.1	Innovation in Operations: Specific Title	1
			Credit 1.2	Innovation in Operations: Specific Title	1
			Credit 1.3	Innovation in Operations: Specific Title	1
			Credit 1.4	Innovation in Operations: Specific Title	1
			Credit 2	LEED Accredited Professional	1
			Credit 3	Documenting Sustainable Building Cost Impacts	1

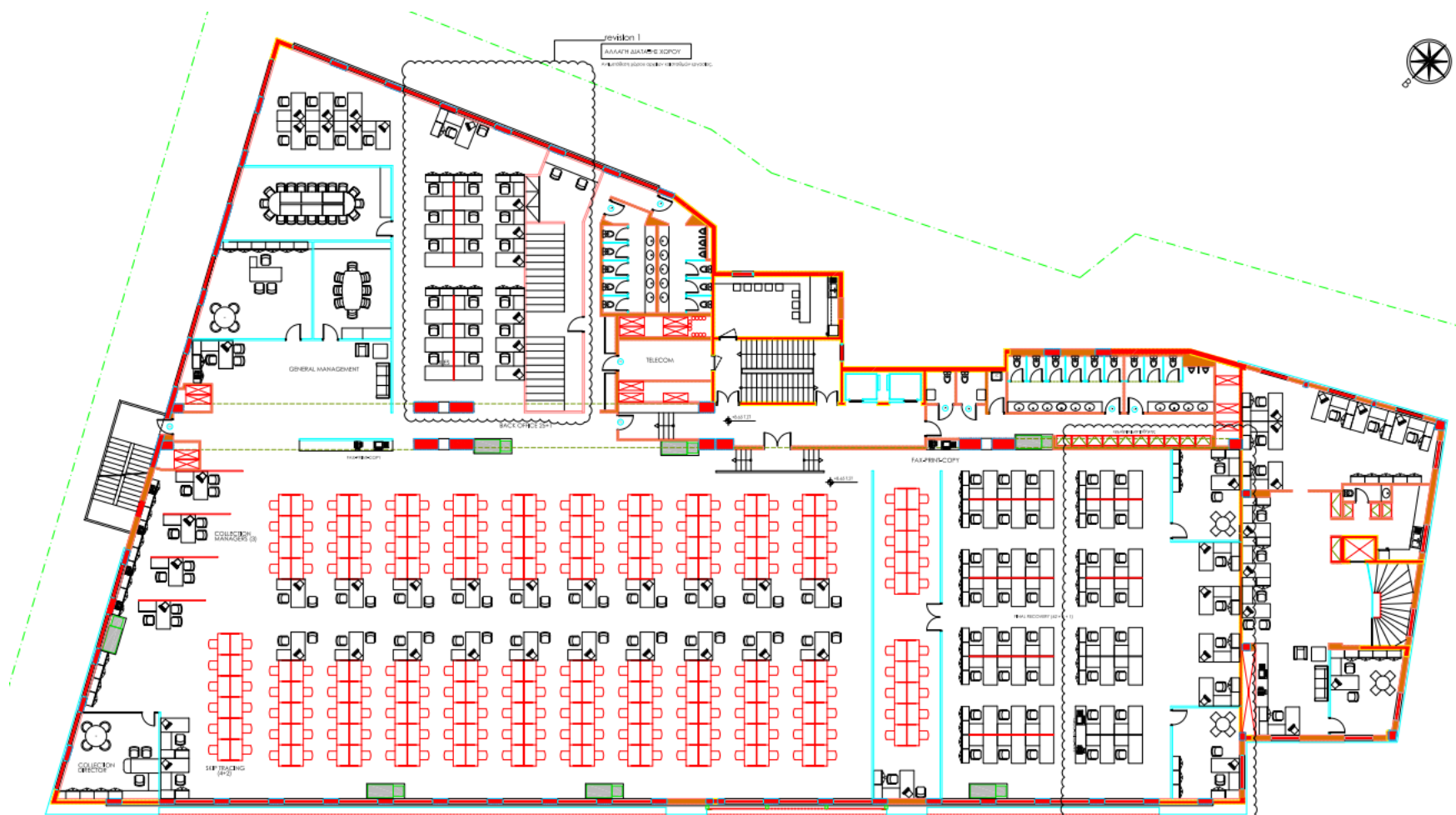
### 4 Regional Priority Credits Possible Points: 4

1			Credit 1.1	Optimize energy efficiency performance	1
1			Credit 1.2	Performance measurement- building automation system	1
1			Credit 1.3	Performance measurement- system-level metering	1
1			Credit 1.4	Additional indoor plumbing fixture and fitting efficiency	1

### 50 Total Possible Points: 110

Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110

## Παράρτημα II: Κάτοψη κτιρίου



## Βιβλιογραφία

1. Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα, ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019, [https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/el\\_final\\_necp\\_main\\_el.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/el_final_necp_main_el.pdf)
2. ΦΕΚ 4893B 2019- Κύρωση του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)
3. Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (άρθρο 9, Οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων), ΑΘΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2018, [http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/2018/09/ethniko\\_sxedio\\_KSMKE.pdf](http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/2018/09/ethniko_sxedio_KSMKE.pdf)
4. ΦΕΚ 5447B 2018- Έγκριση Εθνικού Σχεδίου αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας
5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018 και της χρονικής περιόδου 2011-2018 31 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2019, [https://bpes.ypeka.gr/wp-content/uploads/2019\\_01\\_31\\_E%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%99%CE%91\\_%CE%95%CE%9A%CE%98%CE%95%CE%A3%CE%97\\_%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D\\_%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf](https://bpes.ypeka.gr/wp-content/uploads/2019_01_31_E%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%99%CE%91_%CE%95%CE%9A%CE%98%CE%95%CE%A3%CE%97_%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D_%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A3%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf)
6. Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050, διευκολύνοντας την οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, Αθήνα, Μάρτιος 2021, [https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/2020\\_ltrs\\_el.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/2020_ltrs_el.pdf)
7. ΦΕΚ974B 2021- Έγκριση της έκθεσης μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπής του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050, σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 2Α του ν. 4122/2013
8. Φ.Ε.Κ., Τεύχος Πρώτο, 42/19-02-2013, (2013). Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις
9. Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK), (2017), ΦΕΚ Β' / 2367 / 2017
10. Οδηγία 2002/91 /ΕΚ, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων
11. Οδηγία 2006/32/ΕΚ, (4/04/2006), για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές χρήσεις
12. Οδηγία 2010/31/ΕΕ(L 153) για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (ΟΕΑΚ), όπως αυτή αναθεωρήθηκε το 2018 με την Οδηγία 2018/844/ΕΕ (L 1561 ενσωματώθηκε με τον Ν.4122/2013 (Α' 42) (η οποία αποτελεί αναθεώρηση της Οδηγίας 2002/91/ ΕΚ
13. Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση (L 315)3 , η οποία ενσωματώθηκε με τον ν.4342/2015 (Α' 143)
14. Νόμος 4122/2013

15. D'Agostino, D. (2015). Assessment of the progress towards the establishment of definitions of Nearly Zero Energy Buildings (nZEBs) in European Member States. *Journal of Building Engineering*, 1, 20-32.
16. Liu, Z., Fan, G., Sun, D., Wu, D., Guo, J., Zhang, S., ... & Ai, L. (2022). A novel distributed energy system combining hybrid energy storage and a multi-objective optimization method for nearly zero-energy communities and buildings. *Energy*, 239, 122577.
17. Ferrari, S., & Zagarella, F. (2015). Costs assessment for building renovation cost-optimal analysis. *Energy Procedia*, 78, 2378-2384.
18. Ahmed, A., Ge, T., Peng, J., Yan, W. C., Tee, B. T., & You, S. (2022). Assessment of the renewable energy generation towards net-zero energy buildings: a review. *Energy and Buildings*, 256, 111755.
19. Dong, Z., Zhao, K., Liu, Y., & Ge, J. (2021). Performance investigation of a net-zero energy building in hot summer and cold winter zone. *Journal of Building Engineering*, 43, 103192.
20. Wilberforce, T., Olabi, A. G., Sayed, E. T., Elsaid, K., Maghrabie, H. M., & Abdelkareem, M. A. (2021). A review on zero energy buildings—Pros and cons. *Energy and Built Environment*.
21. Charles, A., Maref, W., & Ouellet-Plamondon, C. M. (2019). Case study of the upgrade of an existing office building for low energy consumption and low carbon emissions. *Energy and Buildings*, 183, 151-160.
22. Zhou, Z., Zhang, S., Wang, C., Zuo, J., He, Q., & Rameezdeen, R. (2016). Achieving energy efficient buildings via retrofitting of existing buildings: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3605-3615.
23. Ιστοσελίδα «Κατασκευές Κτιρίων», Ημερομηνία 3/3/2022  
<https://kataskevesktirion.gr/%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%AC%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85-%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B5/>
24. Efficiency Valuation Organisation, Ημερομηνία 10/3/2022 ,<https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp>
25. Ernst, Y. (2010). Business opportunities in a low carbon economy, sl: Final report.
26. Sweatman, P., & Managan, K. (2010). Financing energy efficiency building retrofits. International Policy and Business Model Review and Regulatory Alternatives for Spain. Climate & Strategy Partners, Madrid.
27. Harris, J., Anderson, J., & Shafron, W. (2000). Investment in energy efficiency: a survey of Australian firms. *Energy Policy*, 28(12), 867-876.
28. Alajmi, A. (2012). Energy audit of an educational building in a hot summer climate. *Energy and Buildings*, 47, 122-130.
29. Owens, J., & Wilhite, H. (1988). Household energy behavior in Nordic countries—an unrealized energy saving potential. *Energy*, 13(12), 853-859.

30. Zhou, Z., Zhang, S., Wang, C., Zuo, J., He, Q., & Rameezdeen, R. (2016). Achieving energy efficient buildings via retrofitting of existing buildings: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3605-3615.
31. Martinopoulos, G., Serasidou, A., Antoniadou, P., & Papadopoulos, A. M. (2018). Building integrated shading and building applied photovoltaic system assessment in the energy performance and thermal comfort of office buildings. *Sustainability*, 10(12), 4670.
32. Lapillonne, B., Sebi, C., Pollier, K., & Mairet, N. (2012). Energy efficiency trends in buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE/MURE project. ADEME, Supported by Intelligent Energy Europe. Online at: <http://www.odysseeindicators.org/publications/PDF/Buildings-brochure-2012.pdf>.
33. Hoes, P., Hensen, J. L., Loomans, M. G., de Vries, B., & Bourgeois, D. (2009). User behavior in whole building simulation. *Energy and buildings*, 41(3), 295-302.
34. Γιουβανάκη Α., (2019). Ενεργειακή Αναβάθμιση και Επανάχρηση Κτιρίων Γραφείων με Περιβαλλοντικά Κριτήρια. Μελέτη Περίπτωσης: Κτίριο Γραφείων στη Θεσσαλονίκη» Διπλωματική Εργασία, ΕΑΠ
35. Oberegger, U. F., Perneti, R., & Lollini, R. (2020). Bottom-up building stock retrofit based on levelized cost of saved energy. *Energy and Buildings*, 210, 109757.
36. Lu, Y., Li, P., Lee, Y. P., & Song, X. (2021). An integrated decision-making framework for existing building retrofits based on energy simulation and cost-benefit analysis. *Journal of Building Engineering*, 43, 103200.
37. Nardelli, A., Deuschle, E., de Azevedo, L. D., Pessoa, J. L. N., & Ghisi, E. (2017). Assessment of Light Emitting Diodes technology for general lighting: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 368-379.
38. Liu, G., Tan, Y., & Li, X. (2020). China's policies of building green retrofit: a state-of-the-art overview. *Building and Environment*, 169, 106554.
39. Deb, C., & Schlueter, A. (2021). Review of data-driven energy modelling techniques for building retrofit. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110990.
40. Benzar, B. E., Park, M., Lee, H. S., Yoon, I., & Cho, J. (2020). Determining retrofit technologies for building energy performance. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 19(4), 367-383.
41. Martínez, S., Eguía, P., Granada, E., Moazami, A., & Hamdy, M. (2020). A performance comparison of multi-objective optimization-based approaches for calibrating white-box building energy models. *Energy and Buildings*, 216, 109942.
42. Lee, J., Shepley, M. M., & Choi, J. (2019). Exploring the effects of a building retrofit to improve energy performance and sustainability: A case study of Korean public buildings. *Journal of Building Engineering*, 25, 100822.
43. Reddy, T. A. (2006). Literature Review on Calibration of Building Energy Simulation Programs: Uses, Problems, Procedures, Uncertainty, and Tools. *ASHRAE transactions*, 112(1).
44. Coakley, D., Raftery, P., & Keane, M. (2014). A review of methods to match building energy simulation models to measured data. *Renewable and sustainable energy reviews*, 37, 123-141.

45. Hou, D., Hassan, I. G., & Wang, L. (2021). Review on building energy model calibration by Bayesian inference. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110930.
46. Amstalden, R. W., Kost, M., Nathani, C., & Imboden, D. M. (2007). Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sector: The effects of policy instruments and energy price expectations. *Energy policy*, 35(3), 1819-1829.
47. Araújo, C., Almeida, M., Bragança, L., & Barbosa, J. A. (2016). Cost–benefit analysis method for building solutions. *Applied energy*, 173, 124-133.
48. Lu, Y., Li, P., Lee, Y. P., & Song, X. (2021). An integrated decision-making framework for existing building retrofits based on energy simulation and cost-benefit analysis. *Journal of Building Engineering*, 43, 103200.
49. Ευρωπαϊκή Επιτροπή RePowerEU, ημερομηνία 10/3/2022  
[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_el](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_el)
50. BRE, Ημερομηνία 10/7/2022 <https://bregroup.com/products/breem/>
51. USBGC ημερομηνία 29/7/2022  
<https://www.usgbc.org/projects?keys=GREECE&Country=%5B%22Greece%22%5D>
52. Νόμος 4067/2012 Νέος Οικοδομικός Κανονισμός
53. Νόμος 4495/2017, Έλεγχος και προστασία του Δομημένου Περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις
54. Ν.4172/2013: Φορολογικά κίνητρα με τον Καθορισμό προσαύξησης συντελεστή απόσβεσης του άρθρου 24 αναφορικά με δαπάνες που αφορούν σε επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα: Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.