



---

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
*«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»*

---

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

***«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  
ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ»***

**Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή**

**ΜΠΟΥΤΣΗ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ**

**Επιβλέπων**

**Κορωνάκη Ειρήνη, Επίκουρος Καθηγήτρια  
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.**

---

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

<b>Πίνακας περιεχομένων.....</b>	<b>1</b>
Σύνοψη – Περίληψη (Ελληνικά).....	4
Σύνοψη – Περίληψη (Αγγλικά).....	5
Κεφάλαιο 1 – Ενέργεια, Κτίριο και Εξοικονόμηση .....	6
1.1 Ενέργεια και Κοινωνία .....	6
1.2 Η ενεργειακή πολιτική στην Ευρώπη .....	6
1.3 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια .....	6
1.4 Παράμετροι που καθορίζουν την κατανάλωση Ενέργειας στα Κτίρια.....	7
1.4.1 Κτιριακό κέλυφος.....	7
1.4.2 Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα (H/M).....	8
1.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια.....	9
1.5.1. Παθητικά συστήματα εξοικονόμησης.....	10
1.5.1.1. Ηλιακοί τοίχοι.....	10
1.5.1.2. Ηλιακοί χώροι – αίθρια.....	12
1.5.1.3. Σκίαστρα-Συστήματα ηλιοπροστασίας.....	13
1.5.1.4. Βλάστηση.....	13
1.5.1.5. Φυσικός Φωτισμός.....	14
1.5.1.6 Φυσικός Αερισμός.....	14
1.5.2. Ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης.....	14
1.5.2.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.....	14
1.5.2.2. Γεωθερμία – Γεωθερμικοί εναλλάκτες – Γεωθερμική αντλία θερμότητας.....	18
1.5.2.3. Ανεμογεννήτριες (Α/Γ) Αστικού περιβάλλοντος.....	20
1.5.2.4. Συστήματα διαχείρισης και αυτόματου ελέγχου κτιρίου.....	21
1.5.2.5. Λαμπτήρες υψηλής πυκνότητας Φωτισμού.....	21
1.5.2.6. Λέβητες συμπύκνωσης Φ.Α. ή Πετρελαίου.....	21
1.5.3. Συστήματα εξοικονόμησης στην παρούσα εργασία.....	22
Κεφάλαιο 2 – Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης.....	23
2.1 Εισαγωγή.....	23
2.2 Απαιτήσεις ΚΣΜΚΕ .....	23
2.2.1 Απαιτήσεις κελύφους ΚΣΜΚΕ.....	24
2.2.2 Απαιτήσεις Συστημάτων Φορτίων.....	24
2.2.3 Απαιτήσεις συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.....	25
Κεφάλαιο 3 – Ενεργειακή κλάση, κτίριο αναφοράς, αξιολόγηση της συμπεριφοράς των κτιρίων μελέτης, υπολογισμοί .....	27
3.1 Ενεργειακή κλάση και κτίριο αναφοράς.....	27
3.2 Απαιτήσεις ΚΕΝΑΚ.....	28

3.3 Κτίρια μελέτης .....	31
3.3.1 Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων .....	31
3.3.2 Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων .....	32
3.3.3 Κτίριο ισόγειου καταστήματος .....	33
3.3.4 Κτίριο πενταώροφης πολυκατοικίας με πιλοτή.....	33
3.3.5 Κτίριο διώροφης διπλοκατοικίας με πιλοτή.....	34
3.3.6 Κτίριο μονοκατοικίας .....	35
3.4 Υπολογιστικά εργαλεία .....	36
3.4.1 AUTO KENAK .....	36
3.4.2 TEE KENAK .....	36
3.5 Αδιαφανή δομικά στοιχεία κελύφους.....	37
3.6 Έλεγχος Θερμοπερατότητας κελύφους κτιρίων .....	37
3.6.1 Κέλυφος πενταώροφου κτιρίου καταστημάτων – γραφείων.....	37
3.6.2 Κέλυφος διώροφου κτιρίου καταστημάτων – γραφείων.....	38
3.6.3 Κέλυφος ισόγειου κτιρίου καταστήματος.....	39
3.6.4 Κέλυφος πενταώροφου κτιρίου πολυκατοικίας με πιλοτή.....	40
3.6.5 Κέλυφος διώροφης διπλοκατοικίας με πιλοτή .....	41
3.6.6 Κέλυφος κτιρίου μονοκατοικίας .....	42
3.7 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ώστε να πληρούν τις ελάχιστες προϋποθέσεις κατά KENAK .....	43
3.7.1 Μελέτη πενταώροφου κτιρίου καταστημάτων – γραφείων .....	44
3.7.2 Μελέτη διώροφου κτιρίου καταστημάτων – γραφείων .....	50
3.7.3 Μελέτη ισόγειου κτιρίου καταστήματος.....	53
3.7.4 Μελέτη πενταώροφου κτιρίου πολυκατοικίας με πιλοτή .....	57
3.7.5 Μελέτη διώροφου κτιρίου διπλοκατοικίας με πιλοτή .....	61
3.7.6 Μελέτη κτιρίου μονοκατοικίας.....	65
 Κεφάλαιο 4 – Σενάρια μετατροπής βασικών κτιρίων σε κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας .....	70
4.1 Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων .....	70
4.1.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1 .....	70
4.1.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2 .....	73
4.1.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3.....	76
4.1.4 Συμπεράσματα .....	79
4.2 Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων .....	82
4.2.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1 .....	82
4.2.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2 .....	85
4.2.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3.....	88
4.2.4 Συμπεράσματα .....	90
4.3 Ισόγειο κτίριο καταστήματος.....	93

4.3.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1 .....	93
4.3.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2 .....	96
4.3.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3.....	98
4.3.4 Συμπεράσματα .....	101
4.4 Πενταώροφο κτίριο πολυκατοικίας με πιλοτή.....	104
4.4.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1 .....	104
4.4.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2 .....	107
4.4.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3.....	110
4.4.4 Συμπεράσματα .....	112
4.5 Διώροφο κτίριο διπλοκατοικίας με πιλοτή.....	116
4.5.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1 .....	116
4.5.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2 .....	119
4.5.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3.....	121
4.5.4 Συμπεράσματα .....	124
4.6 Κτίριο μονοκατοικίας.....	127
4.6.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1 .....	127
4.6.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2 .....	130
4.6.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3.....	132
4.6.4 Συμπεράσματα .....	135
Κεφάλαιο 5 – Οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων εξοικονόμησης επίτευξης του ενεργειακού στόχου (ΚΣΜΚΕ).....	138
5.1 Αξιολόγηση Επενδύσεων .....	138
5.1.1 Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ).....	139
5.1.2 Μέθοδος της Περιόδου Επανείσπραξης Κεφαλαίου .....	140
5.2 Αξιολόγηση επενδύσεων εξοικονόμησης στα κτίρια μελέτης .....	141
5.2.1 Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων .....	142
5.2.2 Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων.....	153
5.2.3 Ισόγειο κτίριο καταστήματος.....	164
5.2.4 Πενταώροφο κτίριο πολυκατοικίας με πιλοτή .....	175
5.2.5 Κτίριο διώροφης διπλοκατοικίας με πιλοτή.....	186
5.2.6 Κτίριο μονοκατοικίας.....	197
Κεφάλαιο 6 – Γενικά συμπεράσματα .....	208

## Βιβλιογραφία

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

### **Αξιολόγηση της συμπεριφοράς Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης.**

#### **Περίληψη - Σύνοψη:**

Στην συγκεκριμένη Εργασία θα ασχοληθούμε με τα κτίρια σχεδόν μηδενικής Ενεργειακής κατανάλωσης. (Net Zero Energy Buildings). Πιο συγκεκριμένα με κτίρια κατοικίας καθώς και κτίρια Τριτογενούς Τομέα ( Γραφεία, Καταστήματα). Σκοπός είναι η αξιολόγηση της συμπεριφοράς των κτιρίων αυτών σε συνάρτηση με το κόστος εφαρμογής διάφορων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς θα προσεγγίσουν ενεργειακά το κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Στα κτίρια θα εφαρμοστούν κάποιες από τις διαθέσιμες Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας για το σχεδιασμό ενός σύγχρονου κτιρίου σε ότι αφορά το κέλυφος και τα συστήματά του, αξιολογώντας σε συνάρτηση με το κόστος τους και τη δυσκολία εφαρμογής τους τις διαφορετικές δυνατές επεμβάσεις για την επίτευξη του ενεργειακού στόχου του κτιρίου. Δηλαδή την κατασκευή ενός κτιρίου Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης με τρόπο συμφέρων οικονομικά σε κάθε περίπτωση.

Οι τεχνολογίες που θα αξιολογηθούν θα αφορούν το κέλυφος του κτιρίου: θερμομόνωση διαφανών και αδιαφανών επιφανειών του κελύφους, βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτιρίου, εκμετάλλευση Ηλιακών κερδών, παθητικά ηλιακά συστήματα, αποφυγή θερμογεφυρών, σκιάσεις.

Επίσης θα αφορούν τα Η/Μ συστήματα του κτιρίου: συστήματα που εκμεταλλεύονται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως Ηλιακοί συλλέκτες, γεωθερμικοί εναλλάκτες, φωτοβολταϊκά, καθώς και έξυπνα συστήματα διατάξεων αυτόματου ελέγχου, φωτισμού, ψύξης, θέρμανσης καθώς και άλλες Η/Μ εφαρμογές.

Η αξιολόγηση θα γίνει με τη βοήθεια εργαλείων ενεργειακών υπολογισμών όπως το TEE KENAK και το AUTO KENAK καθώς και υπολογιστικών εργαλείων με την βοήθεια των οποίων θα εισάγουμε την παράμετρο του κόστους των τεχνολογιών για την επίτευξη του στόχου του κτιρίου Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης ώστε να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα.

## **Thesis: Evaluation of the behavior of net zero energy buildings**

### **Summary:**

In this Thesis we will deal with net zero energy buildings and more specific, with residential buildings and commercial buildings (such as offices, stores). The objective of this Thesis is the evaluation of the behavior of these buildings in function with the application cost of the various energy saving technologies as these will approach buildings with zero energy consumption.

For the designing of a modern building, energy saving technologies will be applied as far as its shell and its systems, and in compliance with the evaluation of cost and the difficulty in the application of the different possible procedures while achieving the objective of the building. In other words, the construction of a net zero energy building with a cost effective way for every case.

The technologies which will be evaluated, are referred to the shell of the building: insulation of non- transparent and transparent surfaces of the shell, bioclimatic design of the building, earning solar profits, passive solar systems, avoidance of thermal bridges and moreover. These technologies are also referred to the electrical and mechanical systems of the building such as photovoltaic systems, geothermal systems, solar panels and smart systems for management and controlling heating, cooling and lightning.

The evaluation will be conducted with the supporting tools which can calculate energy measures such as TEE KENAK and AUTO KENAN and also with calculating tools in which the cost parameter of technologies, can be imported for the achievement of the net zero energy building in order to draw the necessary conclusions.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

## **Ενέργεια, Κτίριο και Εξοικονόμηση.**

### **1.1. Ενέργεια και Κοινωνία**

Η ενέργεια και η αξιοποίησή της είναι ο σημαντικότερος πυλώνας ανάπτυξης των κοινωνιών τους τελευταίους αιώνες της ανθρώπινης ιστορίας. Στις μέρες μας το ενεργειακό ζήτημα είναι ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα της παγκόσμιας κοινότητας. Η ενέργεια ανήκει στα βασικότερα αγαθά που εξυπηρετούν κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες, παρουσιάζοντας γενικότερα σε παγκόσμιο επίπεδο συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση προκαλώντας ταυτόχρονα σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον.

### **1.2. Η ενεργειακή πολιτική στην Ευρώπη**

Από το 1990 οπότε και καθορίστηκαν οι βασικοί στόχοι και μέχρι το 2020 οπότε και ολοκληρώνεται το ενεργειακό πλάνο της 30-ετίας επίκεντρο της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής ήταν ο στόχος του πακέτου << 20-20-20>> δηλαδή 20% εξοικονόμηση ενέργειας, 20% μείωση των εκλυόμενων ρύπων, παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό 20% επί της συνολικής. Σε μια εποχή που όπως έχουμε αναφέρει οι ενεργειακές ανάγκες συνεχώς αυξάνονται παράλληλα με την ανάπτυξη της κοινωνίας και της οικονομίας.

### **1.3. Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια**

Στην Ευρωπαϊκή ένωση το ποσοστό συμμετοχής των κτιρίων στην ενεργειακή κατανάλωση είναι σε υψηλά επίπεδα. Περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από τα κτίρια. Στην Ελλάδα πιο συγκεκριμένα η κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια με βάση στοιχεία του 2007 ανερχόταν στο 34% της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης ενώ το 1990 βρισκόταν περίπου στο 26%. Εάν μάλιστα συνυπολογιστεί με βάση στοιχεία του έτους 2007 πως το 67% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα καταναλωνόταν από κτίρια και η οποία κατά πολύ μεγάλο μέρος προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε πόσο επιζήμια ήταν και είναι η λειτουργία των κτιρίων μας για το φυσικό περιβάλλον.

Επομένως μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε πως ο κτιριακός τομέας συμμετέχει γενικά σε υψηλό επίπεδο και στην κατανάλωση ενέργειας αλλά και στην έκλυση ρύπων. Στόχος λοιπόν για τις κτιριακές κατασκευές μας (υπάρχουσες και νέες) είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και μέσα από αυτήν η μείωση των εκλυόμενων ρύπων καθώς και η παραγωγή “πράσινης” φιλικής προς το φυσικό περιβάλλον ενέργειας.

Πολύ σημαντική παράμετρος για να αξιολογήσουμε ενεργειακά ένα κτίριο είναι η χρήση του καθώς αυτή είναι που καθορίζει το χρόνο αλλά και τον τρόπο λειτουργίας του. Για παράδειγμα ένα κτίριο με χρήση εκπαιδευτηρίου ή σχολείου λειτουργεί συνήθως 9 μήνες το χρόνο και όχι κατά την περίοδο του θέρους, μειώνοντας τις απαιτήσεις σε ψύξη. Επίσης

λειτουργεί κυρίως πρωινές ώρες το χειμώνα οπότε μειώνονται και οι απαιτήσεις σε θέρμανση και φωτισμό. Σε σύγκριση με ένα κτίριο εμπορικής χρήσης που λειτουργεί συνήθως όλες τις εποχές του χρόνου και δημιουργεί άλλες απαιτήσεις λόγω του διαφορετικού ωραρίου του.

Για να συγκρίνουμε λοιπόν την κατανάλωση ενέργειας μεταξύ διαφορετικών χρήσεων κτιρίων χρησιμοποιείται ο όρος της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ο οποίος εκφράζει τη μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου ανοιγμένη στην επιφάνειά του (**Kwh/m<sup>2</sup>**). Έτσι μπορούμε να εντοπίσουμε τα πλέον ενεργοβόρα κτίρια ανά κατηγορία και χρήση για να προβούμε σε επεμβάσεις βελτίωσής τους. Επίσης μπορούμε να εντοπίσουμε και τα πιο ενεργοβόρα κτίρια με όμοια χρήση και λειτουργία και να αξιολογήσουμε εάν υπάρχει δυνατότητα βελτίωσής τους. Στα νεότερα κτίρια γενικά έχει παρατηρηθεί μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις περισσότερες κατηγορίες και χρήσεις. Αυτό στην Ελλάδα οφείλεται σε εφαρμογές που εντάχθηκαν στην κατασκευή των κτιρίων ως υποχρέωση κυρίως μετά το 1980 και τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων αλλά και στην τεχνολογική εξέλιξη των νεότερων συστημάτων παραγωγής θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού που για λόγους οικονομίας έγιναν λιγότερο ενεργοβόρα.

Έχει παρατηρηθεί ότι σε κτίρια με όμοια χρήση και κατασκευή παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο από ότι στον υπόλοιπο Ευρωπαϊκό χώρο. Αυτό οφείλεται κυρίως στην κακή διαχείριση ενέργειας από τους χρήστες αλλά και στην κατασκευή κτιρίων χωρίς τις απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές με βάση τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί.

## **1.4. Παράμετροι που καθορίζουν την κατανάλωση Ενέργειας στα Κτίρια**

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το μέγεθος και την κατασκευή του κτιρίου, τον τύπο και την κατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και το ωράριο λειτουργίας. Συνεπώς η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους, οι διαθέσιμες τεχνολογίες Η/Μ συστημάτων και τεχνολογιών ΑΠΕ, καθώς και οι τεχνολογίες αυτοματισμών που χρησιμοποιούνται στο εκάστοτε κτίριο, καθορίζουν την κατανάλωση ενέργειάς του και το ενεργειακό του αποτύπωμα.

### **1.4.1 Κτιριακό κέλυφος**

Με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) ο οποίος αποτελεί νόμο του κράτους από το 2013, ως κέλυφος ενός κτιρίου ορίζεται το σύνολο των οριζόντιων και κατακόρυφων δομικών στοιχείων που ορίζουν το κτίριο ή την κτιριακή μονάδα. Τοιχοποιίες, τοιχία, θύρες, παράθυρα, δάπεδα, οροφές οποιουδήποτε υλικού κατασκευής μπορούν να αποτελέσουν μέρη του κελύφους του. Ο ρόλος του κτιριακού κελύφους σε ότι αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι η διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του κτιρίου, το φιλτράρισμα των ενεργειακών ανταλλαγών με το εξωτερικό περιβάλλον καθώς και η διαμόρφωση θερμικής άνεσης για τους χρήστες στο εσωτερικό του.

### **Θερμομόνωση Κτιριακού Κελύφους**

Για τον καλύτερο έλεγχο των θερμικών εναλλαγών μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος διαμέσου του κελύφους ενός κτιρίου απαιτείται η κατασκευή δομικών στοιχείων χαμηλής θερμοπερατότητας ώστε να επιτρέπεται στο χρήστη με την χρήση τεχνητών



και φυσικών μέσων να ρυθμίζει τις εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου και να περιορίζει τις επιρροές από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος με το ελάχιστο δυνατό ενεργειακό κόστος. Η τοποθέτηση Θερμομονωτικών υλικών (εξηλασμένη πολυστερίνη, διογκωμένη πολυστερίνη, πετροβάμβακας, ορυκτοβάμβακας κ.α.) στο εσωτερικό ή σε κάποια επιφάνεια των τοίχων του κτιρίου, η τοποθέτηση θερμοπροσόψεων, η κατασκευή διπλών ή τριπλών υαλοστασίων και κουφωμάτων με θερμοδιακοπή, είναι κάποιες από τις διαθέσιμες τεχνολογίες θερμικής μόνωσης, απαραίτητες για την κατασκευή κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

#### **1.4.2 Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα (Η/Μ)**

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ είναι ο τεχνικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) και φωτισμό κτιρίου ή κτιριακής μονάδας. Λέβητες, Τζάκια, Αντλίες Θερμότητας, Κλιματιστικές Μονάδες, Ψύκτες, Ηλεκτρικοί Θερμαντήρες, Ηλιακοί συλλέκτες, Φωτοβολταϊκά, Λαμπτήρες, Συστήματα φωτισμού, ανεμιστήρες, Κυκλοφορητές, αποτελούν μερικά από τα Η/Μ συστήματα που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτίριο ή μια κτιριακή μονάδα. Ο ρόλος τους είναι η διαμόρφωση των εσωτερικών συνθηκών ψύξης, θέρμανσης, αερισμού, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης καθώς και ο φωτισμός του κτιρίου ώστε να εξασφαλίζονται οι απαραίτητες συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του εκάστοτε κτιρίου. Έως σήμερα σε ότι αφορά τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό, τον εξαερισμό και την παραγωγή ΖΝΧ σε κτίρια κατοικιών καθώς και κτίρια τριτογενούς τομέα, τα πιο διαδεδομένα Η/Μ συστήματα είναι τα παρακάτω:

##### **Λέβητες**

Ο λέβητας είναι μία μεταλλική κατασκευή στην οποία γίνεται η μετάδοση της θερμότητας που παράγεται από την καύση κάποιου καυσίμου, σε ένα ρευστό το οποίο μπορεί να είναι το νερό, ο αέρας, το λάδι, ή ο ατμός. Στη συνέχεια το ρευστό αυτό αξιοποιείται μέσω διαφόρων διατάξεων για τη θέρμανση χώρων ή την παραγωγή ΖΝΧ για την εξυπηρέτηση των αναγκών των χρηστών του κτιρίου. Οι λέβητες διακρίνονται αναλόγως του υλικού κατασκευής τους σε: Χυτοσιδήρους λέβητες, Χαλύβδινους λέβητες, Διμεταλλικούς λέβητες, Χάλκινους λέβητες, Ανοξειδωτους λέβητες. Αναλόγως του καυσίμου που χρησιμοποιούν διακρίνονται επίσης σε: Λέβητες στερεών καυσίμων, Λέβητες αερίων καυσίμων, Λέβητες υγρών καυσίμων, Λέβητες βιομάζας.

##### **Αντλίες Θερμότητας Ψύξης - Θέρμανσης**

Οι Αντλίες Θερμότητας (ΑΘ) είναι μηχανές που παράγουν θέρμανση και ψύξη καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια και λειτουργούν σύμφωνα με τον καλούμενο αντίστροφο θερμοδυναμικό κύκλο. Κατά τη διάρκεια του κύκλου αφαιρείται θερμότητα σε χαμηλή θερμοκρασία, που είναι διαθέσιμη σε μία ψυχρή πηγή, αυξάνει τη θερμοκρασία της με τη συμπίεση και κατόπιν την αποδίδει για τη θέρμανση χώρων. Οι συνηθέστερες ψυχρές πηγές είναι ο εξωτερικός αέρας και το νερό (πηγαδιού, ποταμού, λίμνης), ενώ τα τελευταία χρόνια αυξάνεται η χρήση του εδάφους και της ηλιακής ενέργειας. Η θερμότητα διατίθεται με τη μορφή θερμού αέρα ή θερμού νερού.

Η αντλία θερμότητας είναι συσκευή που έχει τη δυνατότητα αξιοποίησης του κύκλου ψύξης έτσι ώστε να δίνει άλλοτε ζεστό και άλλοτε κρύο αέρα ή νερό, ανάλογα πάντα με τις κλιματιστικές ανάγκες του χώρου. Όπως είναι γνωστό, η θερμότητα έχει φυσική ροή από καταστάσεις υψηλότερων θερμοκρασιών σε αντίστοιχες χαμηλότερων θερμοκρασιών. Το

σύστημα όμως αυτό, έχει την ικανότητα να μεταφέρει τη θερμότητα αντίθετα προς τη φυσική της ροή. Αντλεί δηλαδή θερμότητα από χαμηλότερη στάθμη θερμοκρασίας προς μια υψηλότερη.

### **Θερμαντικά Σώματα**

Τα θερμαντικά σώματα αποτελούν τις τελικές συσκευές ενός συστήματος εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης μέσω των οποίων η θερμότητα που μεταφέρει το ρευστό μεταδίδεται στους εσωτερικούς χώρους. Τα σώματα είναι συνήθως κατασκευασμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο και τοποθετούνται εντός των χώρων του κτιρίου κατόπιν μελέτης από εξειδικευμένο μηχανικό ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών ανά χρήση και χώρο.

### **Ηλεκτρικοί Θερμαντήρες**

Συσκευές οι οποίες είναι πληρωμένες με νερό και χρησιμοποιούν μια ηλεκτρική αντίσταση για παραγωγή ZNX για τους χρήστες και τις ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου. Είναι οι πιο διαδεδομένες συσκευές παραγωγής ZNX αλλά αρκετά ενεργοβόρες και με υψηλό περιβαλλοντικό κόστος κατά τη χρήση τους στη χώρα μας καθώς καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια μετατρέποντάς την σε θερμική με απόδοση μόλις 1,00. Είναι οικονομικές διατάξεις συμβατικής τεχνολογίας και παρέχουν ζεστό νερό σχετικά γρήγορα, αλλά η απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με πιο σύγχρονες διατάξεις όπως οι αντλίες θερμότητας.

### **Συστήματα Φωτισμού**

Συσκευές και λαμπτήρες οι οποίες χρησιμοποιούνται σε όλους τους τύπους κτιρίων για τη δημιουργία τεχνητού φωτισμού για τις νυχτερινές ώρες, είτε για λόγους μη επάρκειας του φυσικού φωτισμού κατά τις πρωινές ώρες. Οι κυριότεροι τύποι λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στα κτίρια είναι:

- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως
- Λαμπτήρες Εκκενώσεως
- Λαμπτήρες LED

Με τους πρώτους να θεωρούνται πλέον ιδιαίτερα ενεργοβόροι και να έχουν αποσυρθεί πλέον από την αγορά με βάση τις διατάξεις του KENAK.

Σε όλα τις παραπάνω διατάξεις με την εξέλιξη των τεχνολογιών βελτιώθηκε ο βαθμός απόδοσής τους ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια από τη χρήση τους και μειώθηκε η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια υπάρχει πιο έντονη στροφή σε συστήματα ουσιαστικότερης εξοικονόμησης ενέργειας, είτε αφορούν το κέλυφος είτε τα Η/Μ συστήματα που συνδυάζουν παλαιότερες και νέες τεχνολογίες με όσο το δυνατό υψηλότερο βαθμό απόδοσης.

## **1.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια**

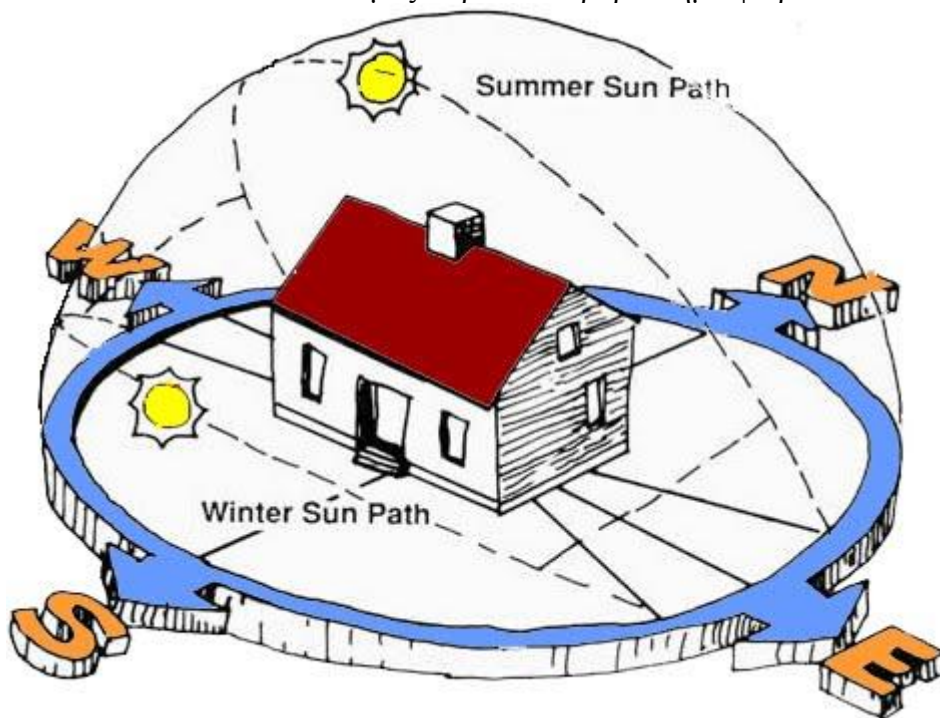
Οι μέθοδοι και οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο ποικίλουν και εξαρτώνται από σύνθετες και διαφορετικές παραμέτρους. Σχετίζονται με επεμβάσεις στο κέλυφος του καθώς και επεμβάσεις στα Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματά του. Η χρήση βελτιωμένων υλικών, η εξέλιξη της τεχνολογίας και ο συνδυασμός τους με τις αρχές του

βιοκλιματικού σχεδιασμού έδωσε χρήσιμα εργαλεία στο σύγχρονο μελετητή-σχεδιαστή κτιρίων ώστε να μπορέσει να πετύχει το στόχο της εξοικονόμησης ενέργειας σε όλο και μεγαλύτερη κλίμακα. Η θερμική λειτουργία του κτιρίου είναι μια δυναμική κατάσταση που άμεσα εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους καθώς και από τις τοπικές συνήθειες των χρηστών του. Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού νέων κτιρίων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι θεσμικές και κτιριολογικές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν την τελική μορφή και λειτουργία του ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

### 1.5.1. Παθητικά συστήματα εξοικονόμησης.

Είναι συστήματα και μέτρα που λαμβάνονται κατά την κατασκευή ενός κτιρίου με σκοπό την εκμετάλλευση των περιβαλλοντικών συνθηκών της περιοχής προς όφελος του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου. Σχετίζονται με τις βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τη δημιουργία συνθηκών άνεσης για το χρήστη του κτιρίου με όσο το δυνατόν μικρότερη σπατάλη ενέργειας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για άμεση θέρμανση τη χειμερινή περίοδο, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, η εκμετάλλευση μεθόδων φυσικού δροσισμού και η αποτροπή υπερθέρμανσης κατά τους θερινούς μήνες είναι μερικά από τα συστήματα που θα αναλυθούν σε αυτήν την παράγραφο.

Εικόνα 1.1 Ηλιασμός κτιρίου στο βόρειο ημισφαίριο



#### 1.5.1.1. Ηλιακοί τοίχοι

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε αμόνωτος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας, είτε θερμομονωμένη κατασκευή. Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους. Στην Ελλάδα έχουν εφαρμοστεί ηλιακοί τοίχοι κυρίως σε κατοικίες. Από μετρήσεις, ενεργειακές

καταγραφές και προσομοιώσεις βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες περιοχές της χώρας, προκύπτει ότι μπορούν να συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση κατοικιών σε ποσοστό 10-40% (μεγαλύτερη συνεισφορά εξοικονόμησης σε περιοχές με σχετικά ήπιο κλίμα).

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης αποτελούνται από τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής φάσης). Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απορροφώμενη ακτινοβολία μεταδίδεται με αγωγή, ακτινοβολία και συναγωγή (μεταφορά μέσω του αέρα) στον εσωτερικό χώρο. Διακρίνονται στους τοίχους θερμικής αποθήκευσης και στα θερμοσιφωνικά πανέλα.

#### **α. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης**

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι:

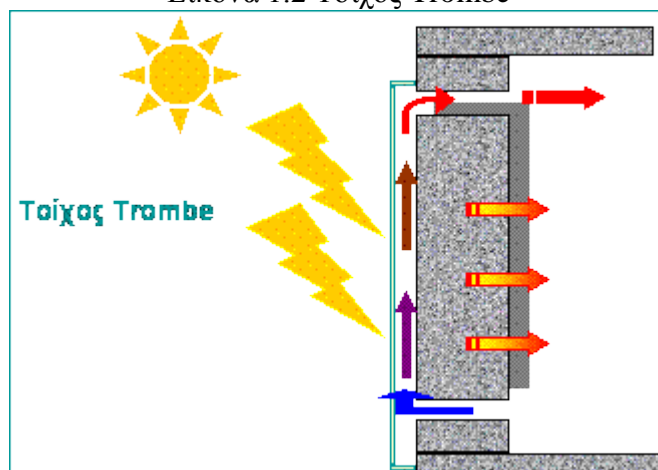
απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού ή με υλικά αλλαγής φάσης ή τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής (Trombe - Michel) Στην περίπτωση του τοίχου Trombe - Michel, μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα μεταφέρεται μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο.

Οι θυρίδες του τοίχου βρίσκονται στο άνω και κάτω τμήμα του και κατά τη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα παραμένουν ανοικτές. Έτσι, μέρος της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στο διάκενο (μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου) μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα από τις θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου στον εσωτερικό χώρο. Αντίστοιχα, ο ψυχρός αέρας του χώρου μεταφέρεται μέσω των θυρίδων στο κάτω μέρος του τοίχου στο διάκενο, όπου και θερμαίνεται και ανέρχεται, δημιουργώντας συνεχή ροή θερμότητας προς το χώρο. Κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα.

Για όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης απαιτείται ηλιοπροστασία της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα. Παράλληλα, συνιστάται κατά τη διάρκεια της νύκτας να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο, να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου. Στις περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα.

Στους τοίχους Trombe κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα. Όπως προαναφέραμε σε όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης έτσι και στον τοίχο Trombe απαιτείται ηλιοπροστασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα.

Εικόνα 1.2 Τοίχος Trombe



## β. Θερμοσιφωνικό πάνελο

Αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe - Michel, χωρίς την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του πάνελου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομόνωσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, ο οποίος μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των θυρίδων ή αγωγών. Επί πλέον, το θερμοσιφωνικό πάνελο συνήθως φέρει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου προς το διάκενο μεταλλική απορροφητική πλάκα για μεγαλύτερη απόδοση.

Έτσι, κατά τη χειμερινή περίοδο, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη (γυάλινη επιφάνεια) μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω θυρίδων στο άνω τμήμα του πάνελου. Θυρίδες στο κατώτερο τμήμα επιτρέπουν την εισροή αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου στο διάκενο του θερμοσιφωνικού πάνελου. Κατά τη θερινή περίοδο, η λειτουργία του αντιστρέφεται. Ανοίγματα στο άνω τμήμα του υαλοστασίου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα προς τον εξωτερικό χώρο με αποτέλεσμα το δροσισμό του κτιρίου.

### 1.5.1.2. Ηλιακοί χώροι – αίθρια

Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από τον ηλιακό χώρο-θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τους εσωτερικούς τοίχους.

Τα Ηλιακά αίθρια είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν επίσης όπως τα θερμοκήπια απορροφώντας και εγκλωβίζοντας θερμότητα και κατόπιν την μεταφέρουν στους γειτονικούς χώρους του κτιρίου. Έχουν συχνή εφαρμογή σε κτίρια κατοικιών αλλά και σε κτίρια του Τριτογενούς τομέα ιδιαίτερα σε περιοχές με πιο έντονη την ανάγκη για θέρμανση.

### 1.5.1.3. Σκίαστρα-Συστήματα ηλιοπροστασίας

Η μελέτη και η χρήση συστημάτων ηλιοπροστασίας καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς σχετίζεται άμεσα με την εξοικονόμηση ενέργειας και τη σωστή ένταξη του κτιρίου στο περιβάλλον. Παράγοντες που επηρεάζουν την ηλιοπροστασία καθώς και το σύστημα που θα επιλεγεί από το μελετητή αποτελούν: τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της θέσης του κάθε κτιρίου, η ηλιακή γεωμετρία της περιοχής, το κλίμα και ο προσανατολισμός του κτιρίου. Ηλιακή γεωμετρία είναι η πορεία που διαγράφει ο ήλιος πάνω από την περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια του έτους. Στο βόρειο ημισφαίριο, κατά τη χειμερινή περίοδο, ο ήλιος κινείται χαμηλά και η πορεία του είναι μικρότερη από αυτή που διαγράφει το καλοκαίρι. Κατά τη θερινή περίοδο, η ανατολή και η δύση του ήλιου μετατοπίζονται βορειότερα στον ορίζοντα και η πορεία που ακολουθείται είναι ψηλότερη. Τα αντίθετα ακριβώς ισχύουν για το νότιο ημισφαίριο. Η θέση του ηλίου κάθε φορά καθορίζεται από δύο μεγέθη, το αζιμούθιο και το ηλιακό ύψος.

Επομένως η σωστή τοποθέτηση τέτοιων συστημάτων στα κτίρια απαιτεί ξεχωριστή μελέτη των χαρακτηριστικών του εκάστοτε κτιρίου. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν χαμηλότερη στάθμη εισερχόμενης ακτινοβολίας κατά τους θερινούς μήνες ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής φυσικός φωτισμός και αερισμός του κτιρίου. Επίσης δεν θα πρέπει να εμποδίζεται ο απαραίτητος κατά τους χειμερινούς μήνες ηλιασμός.

Για παράδειγμα στις νότιες όψεις των κτιρίων στο βόρειο ημισφαίριο τοποθετούνται οριζόντια σκίαστρα ώστε να εκμεταλλευτούμε την ηλιοπροστασία κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του θέρους που ο ήλιος βρίσκεται ψηλότερα. Τα ίδια σκίαστρα με τον τρόπο που είναι τοποθετημένα, κατά τη χειμερινή περίοδο επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να προσπίπτει στους τοίχους και τα υαλοστάσια της όψης του κτιρίου, εξασφαλίζοντας πολύ σημαντικά θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα στις ανατολικές και δυτικές όψεις ενδείκνυται η τοποθέτηση κατακόρυφων σκιάστρων ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης κατά τις πρωινές και τις μεσημβρινές ώρες.

### 1.5.1.4. Βλάστηση

Ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος ηλιοπροστασίας κατά τη θερινή περίοδο χωρίς να εμποδίζεται η λήψη ηλιακών κερδών κατά τους χειμερινούς μήνες αποτελεί η χρήση βλάστησης. Είτε μέσω φύτευσης φυλλοβόλων και αειθαλών δέντρων σε κατάλληλες θέσεις κατά περίπτωση, είτε με άλλου τύπου φυτά σε μπαλκόνια και πέργκολες όπως οι θάμνοι και τα αναρριχητικά. Ταυτόχρονα η βλάστηση επηρεάζει τις αέριες μάζες που κυκλοφορούν στην περίμετρο του κτιρίου και μπορεί να συμβάλλει στην αξιοποίησή του για εφαρμογές δροσισμού τους θερινούς μήνες, προστατεύοντάς όμως αντίστοιχα από αυτές κατά τους χειμερινούς μήνες. Παράδειγμα η χρήση φυλλοβόλων δέντρων φυτεμένα σε κάθετη διάταξη ως προς κάποια όψη του κτιρίου, δημιουργώντας αναμεσαί τους διάδρομο κίνησης των αερίων μαζών ώστε αυτές να προσπίπτουν στο κτίριο κατά το θέρος και το χειμώνα που ο δροσισμός παύει να είναι επιθυμητός, μόλις τα δέντρα φυλλοβολήσουν το φαινόμενο αναστέλλεται αυτόματα.

### **1.5.1.5. Φυσικός Φωτισμός**

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην εξασφάλιση οπτικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην εξοικονόμηση ενέργειας από τη μη χρήση τεχνητού φωτισμού για τις ανάγκες του κτιρίου. Επίσης συμβάλλει στην γενικότερη βελτίωση της διαβίωσης εντός των χώρων του κτιρίου συνδυάζοντας το φωτισμό με τη θέα και τη ρύθμιση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Για τη δημιουργία συνθηκών οπτικής άνεσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται στο εσωτερικό των χώρων φωτισμός ανάλογης έντασης σε σχέση με τη χρήση του εκάστοτε κτιρίου ενώ ταυτόχρονα επιβάλλεται να υπάρχει ομαλή κατανομή του φωτισμού στο χώρο για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης. Υπάρχει επομένως άμεση εξάρτηση της επάρκειας του φωτισμού και της κατανομής του με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου καθώς και με τα χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων και των μέσων σκίασης που θα επιλεγθούν.

### **1.5.1.6 Φυσικός Αερισμός**

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη σημαντικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από ένα κτίριο κατά τους θερμούς μήνες. Μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων του εξωτερικού κελύφους αλλά και των εσωτερικών ανοιγμάτων (διαμπερής αερισμός). Επίσης μπορεί να επιτευχθεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Με κατάλληλα ανοίγματα στα χαμηλότερα σημεία του κτιρίου, με σωστά σχεδιασμένα κλιμακοστάσια και αίθρια και με ανοίγματα στα ψηλότερα σημεία του κτιρίου, ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω δημιουργώντας ρεύμα και απομακρύνοντας τη θερμότητα από το χώρο (κατακόρυφος αερισμός). Ακόμα εκμεταλλευόμενοι τη χαμηλότερη θερμοκρασία του αέρα κατά τις νυκτερινές ώρες τη θερινή περίοδο ιδιαίτερα τις πολύ θερμές ημέρες συνεισφέρουμε στην αποθήκευση δροσιάς στη μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειές του με δροσερό νυκτερινό αέρα (νυκτερινός αερισμός). Παράλληλα ο φυσικός αερισμός ανανεώνει το χώρο με φρέσκο αέρα, απαραίτητο για τη δημιουργία άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου.

## **1.5.2. Ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης.**

Είναι κυρίως συστήματα ικανά είτε να συλλέγουν, είτε να αποθηκεύουν, είτε να μετατρέπουν ενέργεια σε αξιοποιήσιμη μορφή για τους χρήστες του κτιρίου αλλά και συστήματα ικανά να μειώσουν τη σπατάλη σε ενέργεια στο κτίριο κατά τη λειτουργία του.

### **1.5.2.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα αυτής και να τη διανέμουν προς χρήση. Τα πλέον διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι Ηλιακοί Συλλέκτες για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή θέρμανσης χώρων και τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής ισχύος.

## Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μετατροπείς της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς τη σε ηλεκτρική μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Η θέση της Ελλάδας παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης στο έπακρον τέτοιου είδους τεχνολογιών. Η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία μπορούν να παρέχουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, εξαρτάται κυρίως από το πόσο προηγμένη τεχνολογία χρησιμοποιούν. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές έως ότου βρήκε αξιοποίηση σχετικά πρόσφατα σε κτιριακές εφαρμογές. Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Εικόνα 1.3 Ηλιακοί συλλέκτες



Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες. Βασικό στοιχείο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο. Το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται επίσης σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

### Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Φ/Β συστημάτων:

#### Α) Πλεονεκτήματα:

1. Παράγουν «δωρεάν» ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο.
2. Δεν έχουν κινούμενα μέρη και λειτουργούν αθόρυβα.
3. Όχι μόνο δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή άλλα κατάλοιπα, αλλά αποτρέπουν κατά μέσο όρο την έκλυση 1,5 tn CO<sub>2</sub> κατ' έτος, όσο δηλ. θα απορροφούσαν περίπου δύο στρέμματα δάσους.



- 4.Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα, χωρίς την παρουσία χειριστή.
- 5.Μπορούν να εγκατασταθούν και να λειτουργήσουν σε απομονωμένες περιοχές.
- 6.Δεν καταναλώνουν κάποιο είδος καυσίμου.
- 7.Μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- 8.Λειτουργούν χωρίς προβλήματα κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
- 9.Χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.
- 10.Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής(που φθάνει τα 30 έτη).
- 11.Είναι λειτουργικά, καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (σε δίκτυο ή συσσωρευτές).
- 12.Δεν ελέγχονται από κανένα(ή καμία εταιρεία) και αποτελεί ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο που δίνει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.
- 13.Βοηθούν στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας, κάνοντας τον καταναλωτή που διαθέτει φωτοβολταϊκά πιο προσεκτικό και ενήμερο στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια, αλλά και στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια.
- 14.Βοηθούν στην αποκέντρωση της ενέργειας σε μικρές τοπικές μονάδες που δεν έχουν τις μεγάλες ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το κυρίως ηλεκτρικό δίκτυο(~12% στην Ελλάδα).Η εφαρμογή τους σε νησιά με αδύναμα δίκτυα είναι ιδιαίτερα σημαντική.
- 15.Βοηθούν στην αποφυγή black out, εφ' όσον η μέγιστη παραγωγή γίνεται καλοκαίρι και μεσημέρι, ώρες δηλ. που έχουμε τις ημερήσιες αιχμές ζώνης, βοηθώντας στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου(μέχρι και 20%) και τη μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής από την ΔΕΗ, δεδομένου ότι η κάλυψη των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.
- 16.Δίνουν κύρος στον χρήστη τους(τουλάχιστον στις προηγμένες χώρες!)και βελτιώνουν το «πρόσωπο» των επιχειρήσεων που τα χρησιμοποιούν. Στις πιο ανεπτυγμένες αγορές η εγκατάσταση Φ/Β αποτελεί πλέον τον κανόνα σε κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή.
- 17.Δημιουργούν σήμερα περισσότερες θέσεις εργασίας ανά MW ή /και ανά επενδυμένο € από οποιαδήποτε άλλη ενεργειακή τεχνολογία. Η εγχώρια παραγωγή Φ/Β συνεπάγεται εκατοντάδες θέσεις εργασίας.
- 18.Συμβάλουν στην Περιφερειακή Ανάπτυξη και την τοπική απασχόληση, λόγω του αποκεντρωμένου χαρακτήρα της και αποτελούν μέσο εισόδου ξένων επενδύσεων.

### **Β)Μειονεκτήματα:**

- 1.Έχουν ακόμα υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
- 2.Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης.
- 3.Έχουν ακόμη (σήμερα) σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης.
4. Η λειτουργία τους εξαρτάται από τις συνθήκες νέφωσης και ως εκ τούτου δεν μπορούν να θεωρηθούν αυτόνομα συστήματα συνεχούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και θα πρέπει να συνδυάζεται η λειτουργία τους με επιπλέον συστήματα, ώστε να εξασφαλίζεται αδιάλειπτη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Ηλιακοί Συλλέκτες**

Οι ηλιακοί συλλέκτες μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα και τη μεταφέρουν σε κάποιο ρευστό (νερό, ηλιακό ρευστό, αέρα). Οι βασικότεροι τύποι ηλιακών συλλεκτών είναι οι ακόλουθοι:

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα: Είναι απλοί και οικονομικοί. Αποτελούνται από μαύρους πλαστικούς ή μεταλλικούς σωλήνες -χωρίς μόνωση- μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το υγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται είναι 20ο C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές θέρμανσης νερού σε πισίνες
- Επίπεδοι συλλέκτες: Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ηλιακού συλλέκτη. Αποτελείται από επίπεδο μονωμένο πλαίσιο, το οποίο καλύπτεται από τη μια πλευρά με διαφανές κάλυμμα από τζάμι ή πλαστικό. Το πλαίσιο περιέχει μια μαύρη/σκουρόχρωμη πλάκα που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Το ρευστό μεταφοράς θερμότητας κυκλοφορεί μέσα ή πάνω από την απορροφητική πλάκα μεταφέροντας τη θερμότητα. Η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει ως 70ο C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Απαντώνται κυρίως σε κτίρια κατοικίας όλων των τύπων
- Συλλέκτες κενού: Αποτελούνται από σειρά γυάλινων σωλήνων κενού. Ο κάθε σωλήνας περιέχει έναν απορροφητή (π.χ. μια μαύρη μεταλλική πλάκα) που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Λόγω της μονωτικής ιδιότητας του κενού η θερμοκρασία που παράγεται φτάνει σε υψηλότερα επίπεδα από έναν απλό επίπεδο ηλιακό συλλέκτη καθώς ελαχιστοποιούνται οι απώλειες και οι θερμικές ανταλλαγές με το περιβάλλον.

Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συλλέκτη μπορεί να είναι:

A) Οριζόντια όταν τοποθετείται σε οροφές ή έδαφος (εκτός συλλεκτών κενού με σωλήνα θερμότητας ξηρής ή υγρής σύνδεσης)

B) Επικλινή για τοποθέτηση σε στέγες, έδαφος, προσόψεις κτιρίων. Οι συλλέκτες γενικά τοποθετούνται με ελάχιστη κλίση 25<sup>0</sup>. Η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών ανάλογα με τη χρήση τους είναι:

- για χρήση όλο το χρόνο συνιστάται η κλίση συλλεκτών να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.
- για χρήση τους χειμερινούς μήνες: κλίση συλλεκτών = γεωγραφικό πλάτος της περιοχής + 15<sup>0</sup>
- για χρήση τους καλοκαιρινούς μήνες: κλίση συλλεκτών = γεωγραφικό πλάτος της περιοχής - 15<sup>0</sup>

Για την εγκατάσταση ενός ενεργητικού ηλιακού θερμικού συστήματος θα πρέπει να προβλεφθεί χώρος για τους συλλέκτες ώστε το κτίριο να έχει ικανοποιητικό χώρο για την εγκατάσταση της απαιτούμενης επιφάνειας τους.

Ενδεικτικά αρκούν 2 m<sup>2</sup> επίπεδων ηλιακών συλλεκτών για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ζεστό νερό μιας οικογένειας 2 ατόμων. Για κάθε επιπλέον άτομο απαιτούνται περίπου 0,75 m<sup>2</sup> πρόσθετης συλλεκτικής επιφάνειας. Ο συλλέκτης πρέπει έχει νότιο προσανατολισμό και να μη σκιάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο χώρος αυτός μπορεί να βρίσκεται είτε στην οροφή του κτιρίου (με την προϋπόθεση ότι ψηλότερα γειτονικά κτίρια δεν προκαλούν σκίαση) ή σε κάποιο άλλο ανοιχτό χώρο. Ωφέλιμος χώρος για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας και δεξαμενές αποθήκευσης): Πρέπει να είναι προστατευμένος από τις καιρικές συνθήκες, π.χ. μπορεί να τοποθετηθεί είτε στο υπάρχον λεβητοστάσιο ή σε κάποιο άλλο κλειστό χώρο (στην περίπτωση των θερμοσιφωνικών συστημάτων δεν απαιτείται επιπλέον χώρος). Σε ότι αφορά τις συνδέσεις των διατάξεων οι συλλέκτες, οι δεξαμενές αποθήκευσης, η παροχή κρύου νερού και το δίκτυο ζεστού νερού πρέπει να συνδεθούν υδραυλικά. Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι επισκέψιμες για επισκευή πιθανών βλαβών. Επίσης ο γενικός πίνακας του κτιρίου πρέπει να αντέχει πρόσθετα φορτία, τα οποία όμως για την περίπτωση των ηλιακών είναι μικρά. ως 100οC πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Εικόνα 1.4 Ηλιακός συλλέκτης με δοχείο αποθήκευσης



Εικόνα 1.5 Ηλιακοί συλλέκτες σε στέγη κτιρίου



#### 1.5.2.2. Γεωθερμία – Γεωθερμικοί εναλλάκτες – Γεωθερμική αντλία θερμότητας

Με τον όρο «Γεωθερμία», θα μπορούσε να δημιουργηθεί σύγχυση, διότι ο όρος αναφέρεται στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ως γεωθερμία ορίζεται η εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό της γης από όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές σε κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Συνήθως χρησιμοποιούνται σωλήνες πληρωμένες με νερό τοποθετημένες οριζόντια σε όλη την έκταση του οικοπέδου του κτιρίου εντός του εδάφους σε βάθος περίπου 2 μέτρων (τους οριζόντιους γεωεναλλάκτες) ή σωλήνες κατακόρυφους σε δύο ή τρεις σειρές που εκτείνονται σε βάθος κάποιων δεκάδων μέτρων (κατακόρυφους γεωεναλλάκτες). Το νερό που κυκλοφορεί στους γεωεναλλάκτες, εναλλάσσει τη θερμοκρασία του με κάποιο ρευστό στο δοχείο αποθήκευσης που είναι συνδεδεμένη η αντλία θερμότητας. Είναι πιο αποδοτική από την

συνηθισμένη αντλία θερμότητας καθώς χρησιμοποιεί σαν δοχείο απόρριψης ρευστό το οποίο βρίσκεται σε σταθερή σχετικά θερμοκρασία 16-19 βαθμούς κελσίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε αντίθεση με το δοχείο απόρριψης των κλασικών αντλιών θερμότητας που είτε είναι κάποιο υγρό είτε ο ατμοσφαιρικός αέρας, ακολουθεί τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος ανάλογα με την εποχή του χρόνου υποχρεώνοντας την αντλία θερμότητας να δαπανά περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια κατά τη λειτουργία της.

Ένα γεωθερμικό σύστημα αξιοποιεί την εντός του εδάφους υπάρχουσα σταθερή θερμοκρασία. Έτσι το χειμώνα, ένα ρευστό που κυκλοφορεί στον γεωθερμικό εναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της αντλίας θερμότητας την αποδίδει στο κτήριο. Το θέρος λειτουργώντας αντίστροφα, απάγει τη θερμότητα από το κτήριο και μέσω του γεωθερμικού εναλλάκτη την αποδίδει στο δροσερότερο έδαφος. Με δεδομένο το σταθερό ενεργειακό δυναμικό που παρουσιάζεται, τόσο στα πετρώματα μικρού βάθους, όσο και στα νερά του υδροφόρου ορίζοντα, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση τέτοιων συστημάτων εξασφαλίζει οικονομικότερη λειτουργία, έως και 60%, ανάλογα με το αν πρόκειται για θέρμανση ή ψύξη αντίστοιχα.

Ένα σύστημα ΓΑΘ αποτελείται από το σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός του εδάφους, το οποίο είναι είτε γεωεναλλάκτης θερμότητας είτε υδρογεώτρηση, τη Γεωθερμική αντλία θερμότητας και το σύστημα θέρμανσης/ψύξης χαμηλών θερμοκρασιών εντός του κτηρίου.

Το σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός εδάφους μπορεί να είναι είτε κλειστό είτε ανοικτό. Στο κλειστό κύκλωμα, οι γεωεναλλάκτες θερμότητας είναι είτε οριζόντιοι, δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους σε οριζόντια διάταξη μέσα σε τάφρους, σε βάθος 1,5-2,5 m, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, είτε κατακόρυφοι (Borehole Heat Exchangers - BHEs), δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους σε κατακόρυφη διάταξη μέσα σε γεωτρήσεις (boreholes). Στο ανοικτό κύκλωμα το νερό αντλείται από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα από την παραγωγική γεώτρηση και επανεισάγεται στη γεώτρηση επανεισαγωγής.

Εικόνα 1.6 Σύστημα γεωθερμίας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη



Οι ΓΑΘ είναι αντλίες θερμότητας κυρίως νερού-νερού και χρησιμοποιούνται για την θέρμανση και την ψύξη κτηρίων, όπως επίσης και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια ΓΑΘ είναι ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής, ο ατμοποιητής, η βαλβίδα εκτόνωσης. Τις περισσότερες φορές η ΓΑΘ είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε το ίδιο το μηχάνημα να μπορεί να λειτουργήσει και σε συνθήκες θέρμανσης αλλά και σε συνθήκες ψύξης. Βασικό χαρακτηριστικό για την ορθή λειτουργία μιας ΓΑΘ είναι η επιλογή του ψυκτικού μέσου το οποίο εξαρτάται από τη θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας του μηχανήματος. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά είναι: να μην είναι τοξικό, διαβρωτικό, εύφλεκτο και να είναι σταθερό στις θερμοκρασίες της εφαρμογής.

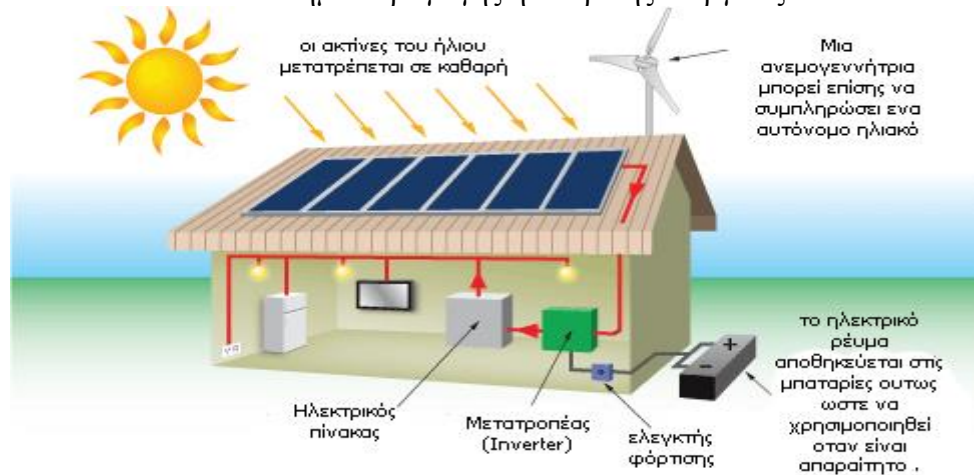
### 1.5.2.3. Ανεμογεννήτριες (Α/Γ) Αστικού περιβάλλοντος

Οι ανεμογεννήτριες έχουν ως σκοπό τους την αποτελεσματική εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των ανέμων και την μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια την οποία παρέχουν στο δίκτυο ή την αποθηκεύουν σε μπαταρίες. Ανάλογα με το μέγεθός τους διακρίνονται σε micro (ισχύος έως 1kw), μικρές (ισχύος 1-10kw), μικρές/μεσαίες (10-100kw), μεσαίες (100-500kw) και μεγάλες (μεγαλύτερες από 500kw). Ανεμογεννήτριες με ισχύ έως 10 kw μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας στα κτίρια κατοικιών και στα κτίρια τριτογενούς τομέα καθώς μπορούν υπό προϋποθέσεις να εγκατασταθούν εντός του αστικού περιβάλλοντος. Οι δύο κυριότεροι τύποι ανεμογεννητριών είναι οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα και οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα μπορούν έχουν ένα, δύο, τρία πτερύγια ή και περισσότερα πτερύγια και η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσηνεμη, είτε σε υπήνεμη διάταξη. Οι μηχανές αυτές παρουσιάζουν μεγάλο αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης. Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το πλεονέκτημα της αυτόματη προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου ενώ αποτελούν πιο μικρές και πιο απλές κατασκευές. Περιστρέφονται γύρο από έναν άξονα κάθετο στη διεύθυνση του ανέμου και κάθετο στη διεύθυνση του εδάφους. Εμφανίζουν χαμηλότερο αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης από τις οριζόντιες (Α/Γ) όμως λόγω του μικρού μεγέθους τους θεωρείται πως εφαρμόζουν καλύτερα εντός του αστικού περιβάλλοντος.

Τα πτερύγια του δρομέα μιας Α/Γ δεσμεύουν μέρος της κινητικής ενέργειας του ανέμου μετατρέποντάς την σε μηχανικό έργο στον άξονα της πτερωτής και κατόπιν μέσω της ηλεκτρικής γεννήτριας σε ηλεκτρική ισχύ.

Εικόνα 1.7 Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ



#### 1.5.2.4. Συστήματα διαχείρισης και αυτόματου ελέγχου κτιρίου

Η χρήση συστημάτων αυτόματου ελέγχου στις Η/Μ εγκαταστάσεις συμβάλλει στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας μέσω του ελέγχου και της ρύθμισης της ομαλής λειτουργίας τους. Υπάρχουν συστήματα ελέγχου που απαιτούν σύνδεση με το ηλεκτρολογικό δίκτυο και συστήματα που δεν απαιτούν. Τα συμβατικά συστήματα ελέγχου έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας και διαχωρίζονται για τα κτίρια σε τρεις βασικές κατηγορίες.

- Αυτοματισμοί εγκαταστάσεων παραγωγής, διανομής και εκπομπής θέρμανσης ή ψύξης.
- Αυτοματισμοί αερισμού.
- Αυτοματισμοί ελέγχου εγκαταστάσεων φωτισμού.

Ο έλεγχος των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης επιτυγχάνεται επεμβαίνοντας με σύστημα χειροκίνητης ή αυτόματης έναυσης και σβέσης μέσω της χρήσης κάποιου κατάλληλου διακόπτη ή θερμοστάτη. Επεμβαίνοντας επίσης στο δίκτυο διανομής και στη λειτουργία του κυκλοφορητή ή στη λειτουργία των τερματικών μονάδων με χρήση θερμοστατικών ή ηλεκτρικών βαλβίδων. Επίσης ένας ιδιαίτερα αποδοτικός τρόπος συμβατικού ελέγχου είναι ο διαχωρισμός των εγκαταστάσεων σε ζώνες και ο θερμοστατικός έλεγχος σε επίπεδο ζώνης ή ιδιοκτησίας με χρήση θερμοστατικών κεφαλών σε κάθε τερματική μονάδα της ζώνης ή διακοπών αυτόματης ρύθμισης όπως στην περίπτωση των Fan Coil Units (FCU).

Αυτοματισμοί εγκατάστασης αερισμού απαιτούνται κυρίως σε κτίρια του τριτογενούς τομέα. Λειτουργία των μονάδων αερισμού με σύστημα αφής – σβέσης ή με χρονοδιακόπτη, έλεγχος της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής με βάση την επιθυμητή θερμοκρασία, ύπαρξη ανεξάρτητου συστήματος για νυχτερινό αερισμό.

Οι εγκαταστάσεις αυτοματισμού του φωτισμού περιλαμβάνουν συστήματα αφής / σβέσης. Ο χειρισμός μπορεί να γίνει είτε αυτόματα, είτε χειροκίνητα, είτε με συνδυασμό και των δύο μεθόδων. Επίσης η κατάτμηση των χώρων σε διαφορετικές ζώνες φωτισμού καθώς και ο διαχωρισμός των χώρων σε διαφορετικές ζώνες έντασης φωτισμού.

#### 1.5.2.5. Λαμπτήρες υψηλής πυκνότητας Φωτισμού.

Ο φωτισμός καταναλώνει παγκοσμίως το 19% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ελλάδα στα κτίρια Τριτογενούς τομέα συμμετέχει σε ποσοστό περίπου 28% επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι επομένως απαραίτητο η επιλογή των λαμπτήρων και των συστημάτων φωτισμού να γίνεται με κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά ταυτόχρονα να συνεισφέρει στην βελτίωση της ποσότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος προς όφελος του χρήστη. Οι δύο κατηγορίες λαμπτήρων με την υψηλότερη απόδοση που ταυτόχρονα εξασφαλίζουν και μια καλού επιπέδου οπτική άνεση είναι **οι λαμπτήρες LED και οι λαμπτήρες Εκκενώσεως Φθορισμού.**

##### **Λαμπτήρες LED ( Φωτοεκπέμπουσες Δίοδοι).**

Αποτελούν συνδυασμό ημιαγωγών που όταν τους εφαρμοσθεί τάση εκπέμπουν ακτινοβολία. Το φως που εκπέμπουν εκτείνεται σε ευρεία περιοχή του φάσματος από χαμηλά μήκη κύματος (ιώδης ακτινοβολία) έως υψηλά μήκη κύματος ( υπέρυθρη ακτινοβολία). Η απόδοσή τους έχει είδη ξεπεράσει τα 120 lumen/watt και συνεχώς βελτιώνεται.

### **Λαμπτήρες Εκκενώσεως Φθορισμού.**

Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο της εκκένωσης κατά την οποία τα άτομα του αερίου ή του υγρού που περιέχουν ιονίζονται. Είναι χαμηλής πίεσης όπου το φως παράγεται κυρίως από φθορίζουσες επιστρώσεις στο τοίχωμα του λαμπτήρα οι οποίες ενεργοποιούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία που παράγεται από διεγερμένα άτομα υδραργύρου που βρίσκονται σε υγρή μορφή εντός του λαμπτήρα.

### **1.5.2.6. Λέβητες συμπύκνωσης Φ.Α. ή Πετρελαίου**

Οι λέβητες συμπύκνωσης αναπτύχθηκαν για την εκμετάλλευση της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποίησης κατά τη συμπύκνωση του παραγόμενου υδρατμού στο καυσαέριο (ο οποίος προέρχεται από το υδρογόνο του καυσίμου, την υγρασία του καυσίμου και την υγρασία του αέρα καύσης). Τα αέρια καύσιμα έχουν το πλεονέκτημα αυξημένης περιεκτικότητας υδρογόνου, ενώ δεν περιέχουν θείο. Σε ένα λέβητα συμπύκνωσης μπορούμε να εκμεταλλευτούμε περίπου το 50% έως 80% της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποίησης του υδρατμού επιτυγχάνοντας υψηλό βαθμό απόδοσης μέχρι 108% περίπου (με αναφορά την κατώτερη θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου).

Η λανθάνουσα θερμότητα των καυσαερίων ανακτάται μέσω ενός ειδικά σχεδιασμένου εναλλάκτη, στον οποίο πραγματοποιείται η ψύξη και συμπύκνωση των καυσαερίων. Επιπρόσθετα, ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος και μεταβαλλόμενων στροφών ανεμιστήρας του λέβητα συμπύκνωσης οδηγεί σε τέλεια καύση και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης σε όλο το εύρος ισχύος του λέβητα. Τέλος, οι γενικότερες απώλειες από την καμινάδα και τα τοιχώματα του λέβητα συμπύκνωσης είναι πολύ μικρότερες από εκείνες ενός συμβατικού λέβητα, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας (45-50°C) που βρίσκονται τα καυσαερίά του. Έτσι, ο λέβητας συμπύκνωσης επιτυγχάνει μια σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου σε σχέση με έναν συμβατικό λέβητα, σε κάθε τύπο εγκατάστασης:

- Έως 15% σε παραδοσιακά συστήματα με θερμαντικά σώματα (υψηλών θερμοκρασιών 70~80°C).
- Έως 20% σε μεικτά συστήματα.
- Έως 35% σε συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης (χαμηλών θερμοκρασιών 40~50°C).

Τέλος, πέρα από το βασικό θέμα της οικονομίας στην κατανάλωση, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των λέβητων συμπύκνωσης, είναι ότι πλησιάζουν πολύ στο θεωρητικό μοντέλο της «τέλειας» καύσης, κάτι που σημαίνει ότι ελαχιστοποιούνται «επικίνδυνου» ρύποι όπως το CO (μονοξείδιο του άνθρακα), ή τα NOx (οξειδία του αζώτου), κάτι που από οικολογικής απόψεως τους κάνει ιδανικούς – αν όχι υποχρεωτικούς – για πυκνοκατοικημένες πόλεις.

### **1.5.3. Συστήματα εξοικονόμησης στην παρούσα εργασία**

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν κάποιες από τις παραπάνω διαθέσιμες τεχνολογίες και θα εξεταστεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων κατά την εφαρμογή αυτών σε συνάρτηση με το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας τους. Επίσης θα αξιολογηθούν και τα οικονομικά οφέλη από την χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας για το κτίριο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης

#### 2.1 Εισαγωγή

Ως κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) νοείται ένα κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιορισμένη σύμφωνα με τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές.

Έως την 31η Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτίρια πρέπει να αποτελούν ΚΣΜΚΕ, ενώ μετά την 31η Δεκεμβρίου 2018 όλα τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησία τους, πρέπει να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Εικόνα 2.1



#### 2.2 Απαιτήσεις ΚΣΜΚΕ

Το περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) Διάταγμα του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014) καθορίζει τις απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ένα κτίριο για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ΚΣΜΚΕ. Στο διάταγμα καθορίζονται πιο αυστηρές απαιτήσεις όσον αφορά τη μέγιστη κατανάλωση ενέργειας και τα επίπεδα θερμομόνωσης σε σχέση με τις απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης που ισχύουν σήμερα για νέα κτίρια. Επιπλέον, καθορίζεται ελάχιστο ποσοστό συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ για τα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως γραφεία υπάρχει μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς για κάλυψη των αναγκών σε φωτισμό.

Ο ορισμός των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας καθορίζει το επίπεδο της ενεργειακής απόδοσης που θα έχουν όλα τα νέα κτίρια μετά το 2020 και ταυτόχρονα δίνει σε όσους κατασκευάζουν ή ανακαινίζουν κτίρια σήμερα, ένα πρότυπο αυξημένης ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με τις υποχρεωτικές απαιτήσεις ελάχιστης



ενεργειακής απόδοσης, το οποίο μπορούν να εφαρμόσουν. Στα ΚΣΜΚΕ θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης με τη λιγότερη δυνατή χρήση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.

### 2.2.1 Απαιτήσεις κελύφους ΚΣΜΚΕ

Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται το κέλυφος του κτιρίου να είναι κατασκευασμένο με τρόπο που να περιορίζει τις απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον και ταυτόχρονα απαιτείται ένας αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που να επιτρέπει στον χρήστη του κτιρίου να εκμεταλλεύεται τις τοπικές συνθήκες για σκοπούς δροσισμού, θέρμανσης, ηλιοπροστασίας και φυσικού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα συστήνονται τα ακόλουθα:

1. Ανάλυση τοπικών συνθηκών όπως ο ηλιασμός, ο άνεμος και ο προσανατολισμός.
2. Βελτιστοποίηση της γεωμετρίας, του σχήματος και της διαρρύθμισης των χώρων μέσα στο κτίριο με βάση την ανάλυση των τοπικών συνθηκών.
3. Επαρκής θερμομόνωση και ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών.
4. Τοποθέτηση κουφωμάτων σε συνδυασμό με συστήματα σκίασης που θα μειώνουν τις θερμικές απώλειες αλλά θα επιτρέπουν την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για σκοπούς θέρμανσης ή/και φυσικού φωτισμού, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο και αποφεύγοντας την πιθανότητα υπερθέρμανσης.
5. Καλή στεγάνωση του κτιρίου για αποφυγή απωλειών θερμότητας μέσω αέρα που εισέρχεται από τα κουφώματα ή άλλα στοιχεία του κελύφους.

### 2.2.2 Απαιτήσεις Συστημάτων Φορτίων

Αφού με βάση την κατασκευή και τον σχεδιασμό η ζήτηση ενέργειας για το κτίριο έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό, θα πρέπει να επιλεγθούν τα κατάλληλα τεχνικά συστήματα, όπου αυτά χρειάζονται, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό και εξαερισμό.

Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών συστημάτων σε ένα ΚΣΜΚΕ μπορεί είναι μεγαλύτερη πρόκληση από ότι σε ένα συμβατικό κτίριο, καθώς οι ανάγκες που πρέπει να ικανοποιηθούν είναι σχετικά μικρές, ενώ αυτό πρέπει να γίνει με τον πιο αποδοτικό τρόπο χωρίς να συμβιβάζονται οι συνθήκες άνεσης. Πιο συγκεκριμένα συστήνονται τα ακόλουθα:

1. Κλιματισμός και θέρμανση: Σε ένα κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας οι ανάγκες για κλιματισμό και θέρμανση θα είναι πολύ περιορισμένες. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή διαστασιολόγηση των τεχνικών συστημάτων. Ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος κλιματισμού θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη δυνατή συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή των πιο αποδοτικών επί μέρους στοιχείων, όπως για παράδειγμα αντλίες θερμότητας και λέβητες υψηλής απόδοσης, με την εφαρμογή των βέλτιστων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως η θερμομόνωση των σωληνώσεων διανομής της θέρμανσης, και με τη βέλτιστη διάταξη του συστήματος.

2. Ζεστό νερό χρήσης: Οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης εξαρτώνται αποκλειστικά από τον τρόπο ζωής των χρηστών του κτιρίου. Ωστόσο, η ενέργεια που απαιτείται μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την επιλογή και τον σχεδιασμό του κατάλληλου συστήματος παραγωγής ζεστού νερού. Τα ηλιακά θερμικά που χρησιμοποιούνται ευρέως σε κατοικίες, εφόσον

εγκατασταθούν στον σωστό προσανατολισμό και κλίση, μπορούν να παράγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα ζεστού νερού που χρειάζεται. Επίσης, υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες κατά την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική χρησιμοποιούν τις απώλειες για την παραγωγή ζεστού νερού. Ζεστό νερό μπορεί να παραχθεί και από απορριπτόμενη ενέργεια από τη θέρμανση ή τον κλιματισμό ή άλλες θερμικές διεργασίες που μπορεί να γίνονται στο κτίριο. Όπως και στα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης, είναι σημαντικό κατά τον σχεδιασμό να γίνεται η σωστή διαστασιολόγηση και να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού.

**3. Φωτισμός:** Ο φωτισμός μπορεί να αποτελεί μεγάλο μέρος της κατανάλωσης ενέργειας για ορισμένους τύπους κτιρίων, όπως τα γραφεία. Ο περιορισμός της μπορεί να γίνει με τον σχεδιασμό ενός συστήματος φωτισμού που λαμβάνει υπόψη τη λειτουργία του κτιρίου, τις ανάγκες των χρηστών του και τη συνεισφορά του φυσικού φωτισμού. Η αξιολόγηση όλων των δεδομένων δίνει την δυνατότητα να εγκατασταθεί σε κάθε χώρο μόνο η απαιτούμενη ισχύς φωτισμού. Η εφαρμογή αυτοματισμών μπορεί να δώσει επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας, ωστόσο είναι σημαντικό οι εφαρμογές αυτές να λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο χρήσης του κτιρίου.

### **2.2.3 Απαιτήσεις συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.**

Για να επιτευχθεί όμως ο στόχος του ΚΣΜΚΕ θα πρέπει να εγκατασταθούν επίσης τα καταλληλότερα, ανάλογα με την περίπτωση, συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) που θα καλύψουν σε σημαντικό βαθμό τις εναπομείναντες ανάγκες. Τα συστήματα ΑΠΕ εγκαθίστανται σε ένα κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση για να παράγουν ολόκληρη ή μεγάλο μέρος της σχετικά μικρής ποσότητας ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο. Θα πρέπει να τοποθετούνται με στόχο την μείωση της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται να εισαχθεί στο κτίριο από το ηλεκτρικό δίκτυο ή/και από άλλους διανομείς ενέργειας. Με βάση τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα θα πρέπει να αποφασισθεί κατά πόσον το σύστημα ΑΠΕ που θα επιλεγεί θα καλύπτει μέρος της ενέργειας που χρειάζεται για θέρμανση, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης, ηλεκτρισμό ή συνδυασμό τους. Εφόσον είναι τεχνικά εφικτό, συστήματα που θα παρέχουν ανανεώσιμη ενέργεια στον χρόνο που χρειάζεται να γίνει χρήση της, είναι πιο κατάλληλα καθώς οδηγούν στην ενεργειακή αυτονομία του κτιρίου.

Ίσως το πιο σημαντικό τεχνικό κριτήριο για την επιλογή του πιο κατάλληλου συστήματος ΑΠΕ είναι η ποσότητα της ενέργειας που θα παράγει σε σχέση με τις ανάγκες του κτιρίου. Η αυτοπαραγωγή ενέργειας στα ΚΣΜΚΕ συστήνεται όπως επιδιώκεται στον μέγιστο βαθμό, λαμβάνοντας υπόψη τις ευκαιρίες που δίδονται από την αγορά ηλεκτρισμού και τη σχέση κόστους-οφέλους στον κύκλο ζωής του κτιρίου. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τεχνικοί περιορισμοί που μπορούν να αφορούν το κάθε κτίριο ξεχωριστά, όπως για παράδειγμα η έλλειψη διαθέσιμου χώρου και οι γενικότεροι ρυθμιστικοί περιορισμοί όπως πολεοδομικοί κανόνες και τα καθεστώτα στήριξης των ΑΠΕ.

Εικόνα 2.2 Πλεονεκτήματα κτιρίου (ΜΚΕ)

**CONVENTIONAL BUILDING**

**ZERO CONSUMPTION BUILDING**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Ενεργειακή κλάση, κτίριο αναφοράς, αξιολόγηση της συμπεριφοράς των κτιρίων μελέτης, υπολογισμοί

#### 3.1. Ενεργειακή κλάση και κτίριο αναφοράς

Ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης (kwh/m<sup>2</sup>/έτος) ενός κτιρίου με βάση την Ευρωπαϊκή οδηγία 91/2002 και τον Νόμο 3661/2008 μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους.

- Μέσω τιμών αναφοράς
- Μέσω του Κτιρίου Αναφοράς

Και στις δύο μεθόδους οι ενεργειακές κατηγορίες που μπορεί να λάβει ένα κτίριο είναι A+, A, B+, B, Γ, Δ, E, Z, H. Στην περίπτωση των τιμών αναφοράς οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης καθορίζονται από ένα εύρος τιμών τελικής κατανάλωσης ενέργειας (kwh/m<sup>2</sup>/έτος) για κάθε χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη. Στην Περίπτωση του κτιρίου αναφοράς το υπό εξέταση κτίριο συγκρίνεται με το κτίριο αναφοράς το οποίο λαμβάνει τη θέση B οπότε η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς σε (kwh/m<sup>2</sup>/έτος) καθορίζει τη θέση B και όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες σχηματίζονται ως ποσοστά αυτής.

Στους υπολογισμούς αυτής της εργασίας ο καθορισμός της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου και ο υπολογισμός της τελικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας έγινε με βάση τη μέθοδο του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση, τον ίδιο προσανατολισμό, τα ίδια χαρακτηριστικά λειτουργίας καθώς και την ίδια χρήση με το υπό εξέταση κτίριο. Πληροί τις προϋποθέσεις του KENAK και έχει καθορισμένες προϋποθέσεις σε ότι αφορά τα εξωτερικά δομικά στοιχεία του αλλά και τις Η/Μ εγκαταστάσεις του. Σαν μέθοδος ενεργειακής αξιολόγησης των κτιρίων εφαρμόζεται σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες με διάφορες παραλλαγές.

#### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
Κατηγορία	Όριο κατηγορίας	Όριο κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

### 3.2. Απαιτήσεις ΚΕΝΑΚ

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.2.1. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>R</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>T</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πλωτές)	U <sub>FA</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>TU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U <sub>TB</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U <sub>FB</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U <sub>W</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του επόμενου πίνακα:

Πίνακας 3.2.2. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 3.2.1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου  $U_m$  και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 3.2.2.

### Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων, απαιτήσεις.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας  $U$  των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a}$$

[3.2.1]

όπου:

- $d_j$  το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού  $j$ ,
- $\lambda_j$  ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού  $j$ ,
- $R_i$  και  $R_a$  οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου,
- $R_s$  η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου  $U_w$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

[3.2.2]

όπου:

- $U_f$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος
- $U_g$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος
- $A_f$  το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
- $A_g$  το εμβαδό επιφάνειας του τζαμιού του κουφώματος
- $l_g$  το μήκος της θερμογέφυρας του τζαμιού του κουφώματος
- $\Psi_g$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

[3.2.3.]

όπου:

- $U$  ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [3.2.1] ή [3.2.2]
- $U_{\delta,\sigma,\max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 3.2.1.).

### Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 3.2.1, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

[3.2.4]

όπου:

$A_j$  το εμβαδό δομικού στοιχείου  $j$

$U_j$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $j$

$\Psi_i$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας  $i$

$l_i$  το μήκος της θερμογέφυρας  $i$

$b$  μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max}$$

[3.2.5]

όπου  $U_{m,max}$  είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα 3.2.1.

Σε περίπτωση που  $U_m > U_{m,max}$  ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

### Εφαρμογή του KENAK στην παρούσα εργασία.

Στην παρούσα εργασία όλα τα στοιχεία, τα δομικά μέλη καθώς και το σύνολο των κτιρίων, ελέγχονται ως προς την θερμοπερατότητά τους με βάση τον KENAK χρησιμοποιώντας κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία. Κάθε κτίριο αρχικά μελετήθηκε ενεργειακά ώστε να πληροί της σημερινές, ελάχιστες προϋποθέσεις ως προς την ενεργειακή του κλάση, δηλαδή να εντάσσεται στην κατηγορία B και άνω. Επίσης το κέλυφός του μελετήθηκε έτσι ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις με βάση τους κανονισμούς. ( $U_m < U_{m,max}$ )

Κατόπιν στο επόμενο κεφάλαιο εφαρμόστηκαν 3 σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας για κάθε κτίριο που με την χρήση κάποιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη χρήση κάποιων Η/Μ συστημάτων προσέγγισαν το στόχο του κτιρίου σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης ώστε να ενταχθούν στην ενεργειακή κατηγορία A+. Υπενθυμίζουμε πως το

κτίριο αναφοράς εντάσσεται στην κατηγορία Β και το ΚΣΜΕΚ εντάσσεται στην κατηγορία Α+.

### 3.3. Κτίρια μελέτης

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν κτίρια κατοικιών και κτίρια καταστημάτων-γραφείων των οποίων οι επιφάνειες και τα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται συνοπτικά στις επόμενες παραγράφους.

#### 3.3.1. Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

Το κτίριο αποτελείται από Ισόγειο, υπόγειο καθώς και 5 ορόφους. Το υπόγειο, το Ισόγειο και ο 1<sup>ος</sup> όροφος έχουν χρήση καταστήματος ενώ ο 2<sup>ος</sup>, 3<sup>ος</sup>, 4<sup>ος</sup> και 5<sup>ος</sup> όροφος έχουν χρήση γραφείων. Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 858,03 m<sup>2</sup>. Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη με εμπορική χρήση. Η ζώνη έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- θερμαινόμενη επιφάνεια 858,03m<sup>2</sup>,
- θερμαινόμενος όγκος 2574,11m<sup>3</sup>.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η κάλυψη του οικοπέδου είναι μικρότερη του 50%. Θεωρούμε ότι το κτίριο δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Στα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα να μειωθούν όσο το δυνατό οι θερμικές γέφυρες.

Πίνακας 3.3.1.1 Εμβαδό και όγκος τμήματος με χρήση: Εμπορίου

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	858.03	858.03	2574.11	2574.11
ΣΥΝΟΛΟ	858.03	858.03	2574.11	2574.11

Εικόνα 3.3.1 Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων - γραφείων





### 3.3.2. Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

Το κτίριο αποτελείται από ισόγειο και 1<sup>ο</sup> όροφο. Το ισόγειο γενικά έχει χρήση καταστήματος ενώ ο 1<sup>ος</sup> όροφος έχει χρήση γραφείων. Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 337,06 m<sup>2</sup>. Με βάση τον ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη με εμπορική χρήση. Η ζώνη έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- θερμαινόμενη και ψυχόμενη επιφάνεια 337,06m<sup>2</sup>,
- θερμαινόμενος και ψυχόμενος όγκος 1011,2 m<sup>3</sup>.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η κάλυψη του οικοπέδου είναι μικρότερη του 50%. Θεωρούμε ότι το κτίριο δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Στα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου, τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα τη μείωση των θερμικών γεφυρών.

Πίνακας 3.3.2.1 Εμβαδό και όγκος κτιρίου με χρήση: Εμπορίου

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	337.06	337.06	1011.20	1011.20
ΣΥΝΟΛΟ	337.06	337.06	1011.20	1011.20

Εικόνα 3.3.2 Διώροφο κτίριο καταστημάτων - γραφείων



### 3.3.3. Κτίριο ισόγειου καταστήματος

Το κτίριο αποτελείται από ισόγειο με πατάρι. Γενικά έχει χρήση καταστήματος. Η συνολική επιφάνεια των χώρων του είναι 99,28m<sup>2</sup>. Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη με εμπορική χρήση. Η ζώνη έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- θερμαινόμενη επιφάνεια 99,28m<sup>2</sup>,
- θερμαινόμενο όγκο 258,12 m<sup>3</sup>.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η κάλυψη του οικοπέδου είναι μικρότερη του 50%. Θεωρούμε ότι το κτίριο δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Στα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου, τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα τη μείωση των θερμικών γεφυρών.

Πίνακας 3.3.3.1 Εμβαδό και όγκος κτιρίου με χρήση: Εμπορίου

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	99.28	99.28	258.12	258.12
ΣΥΝΟΛΟ	99.28	99.28	258.12	258.12

### 3.3.4. Κτίριο πενταόροφης πολυκατοικίας με πιλοτή

Το κτίριο αποτελείται από 5 όμοιους ορόφους και αποθήκες με πιλοτή στο ισόγειο. Γενικά έχει χρήση κατοικίας. Η συνολική επιφάνεια των χώρων του είναι 881,99m<sup>2</sup>. Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι των κατοικιών μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη ενώ οι χώροι των αποθηκών και του κλιμακοστασίου αποτελούν το μη θερμαινόμενο χώρο (ΜΘΧ). Το κτίριο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- θερμαινόμενη επιφάνεια 731,93m<sup>2</sup>,
- θερμαινόμενο όγκο 2195,77 m<sup>3</sup>.
- επιφάνεια ΜΘΧ 150,06 m<sup>2</sup>.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η κάλυψη του οικοπέδου είναι μικρότερη του 40%. Θεωρούμε ότι το κτίριο δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Στα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου, τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα τη μείωση των θερμικών γεφυρών.

Πίνακας 3.3.4.1 Εμβαδό και όγκος κτιρίου με χρήση: Κατοικίας

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	731.94	365.97	2195.77	1097.89
ΣΥΝΟΛΟ	731.94	365.97	2195.77	1097.89

### 3.3.5. Κτίριο διώροφης διπλοκατοικίας με πιλοτή

Το κτίριο αποτελείται από 2 όμοιους ορόφους και αποθήκες με πιλοτή στο ισόγειο. Γενικά έχει χρήση κατοικίας. Η συνολική επιφάνεια των χώρων του είναι 384,05 m<sup>2</sup>. Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι των κατοικιών μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη ενώ οι χώροι των αποθηκών και του κλιμακοστασίου αποτελούν το μη θερμαινόμενο χώρο (ΜΘΧ). Το κτίριο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

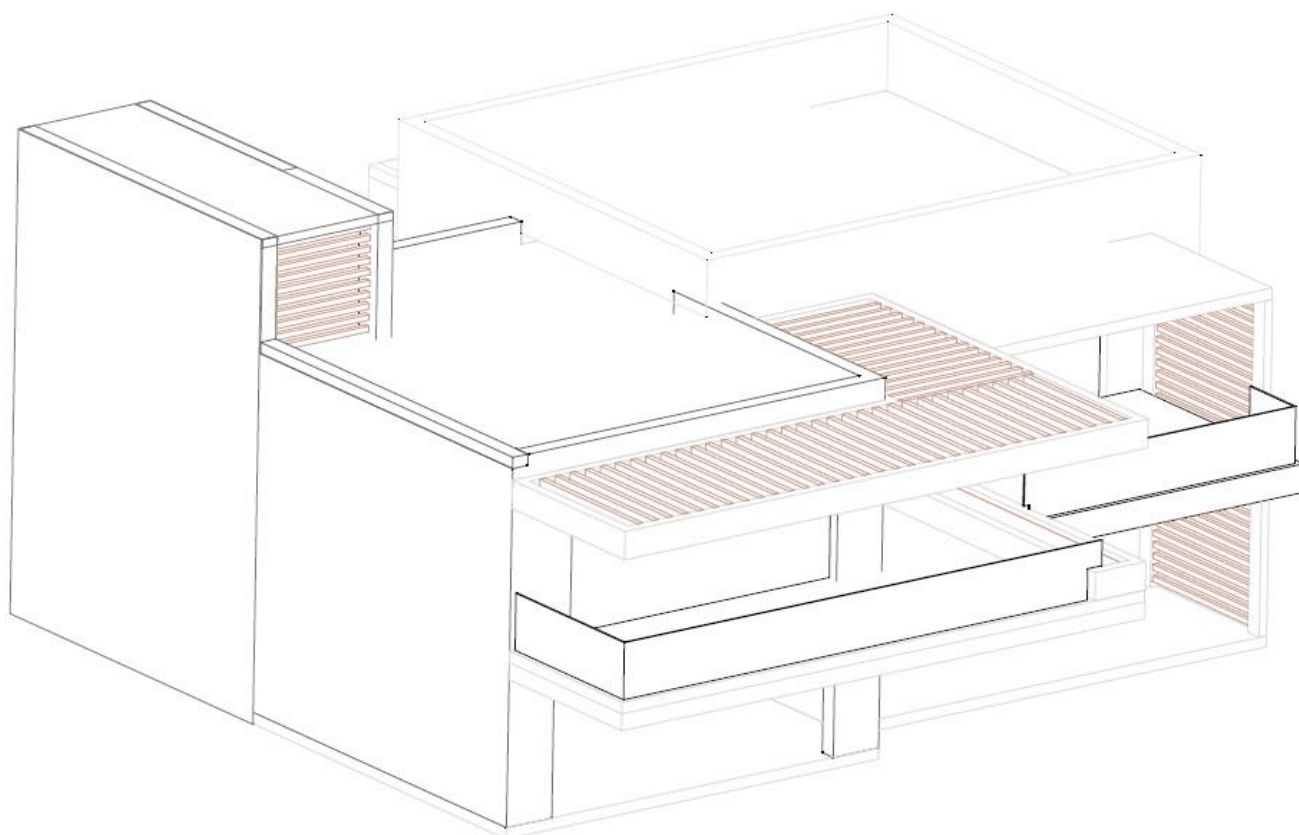
- θερμαινόμενη επιφάνεια 296,54 m<sup>2</sup>,
- θερμαινόμενο όγκο 889,62 m<sup>3</sup>.
- επιφάνεια ΜΘΧ 87,51 m<sup>2</sup>.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η κάλυψη του οικοπέδου είναι μικρότερη του 40%. Θεωρούμε ότι το κτίριο δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Στα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου, τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα τη μείωση των θερμικών γεφυρών.

Πίνακας 3.3.5.1 Εμβαδό και όγκος κτιρίου με χρήση: Κατοικίας

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	296.54	148.27	889.62	444.81
ΣΥΝΟΛΟ	296.54	148.27	889.62	444.81

Εικόνα 3.3.5 Διώροφο κτίριο διπλοκατοικίας



### 3.3.6. Κτίριο μονοκατοικίας

Το κτίριο αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο και όροφο. Έχει χρήση κατοικίας. Η συνολική επιφάνεια των χώρων του είναι 278,08 m<sup>2</sup>. Με βάση των KENAK όλοι οι χώροι κύριας χρήσης εντάσσονται σε μια θερμική ζώνη ενώ οι χώροι των αποθηκών και του γκαράζ αποτελούν το μη θερμαινόμενο χώρο (ΜΘΧ). Το κτίριο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

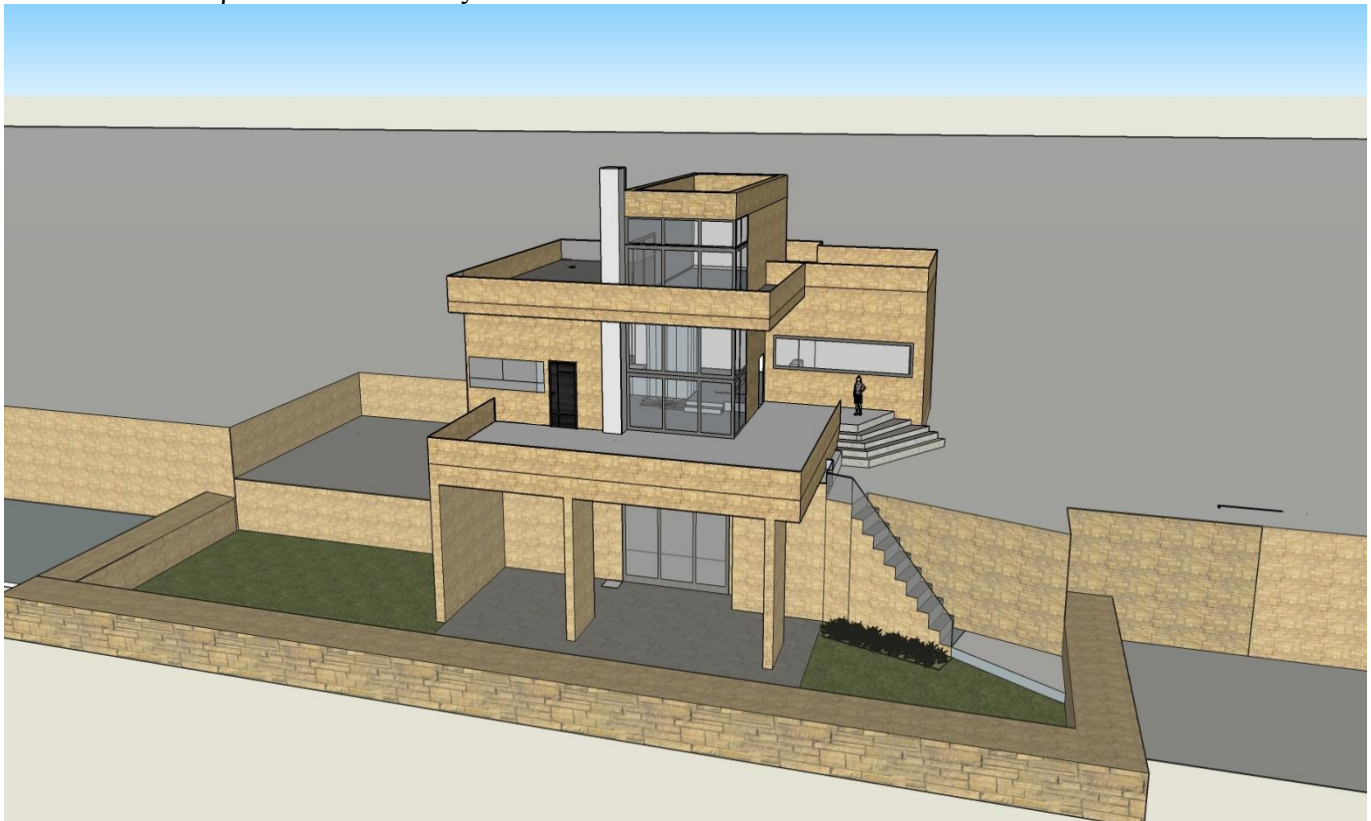
- θερμαινόμενη επιφάνεια 155,35 m<sup>2</sup>,
- θερμαινόμενο όγκο 466,06 m<sup>3</sup>.
- επιφάνεια ΜΘΧ 122,73 m<sup>2</sup>.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η κάλυψη του οικοπέδου είναι μικρότερη του 40%. Θεωρούμε ότι το κτίριο δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Στα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου, τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα τη μείωση των θερμικών γεφυρών.

Πίνακας 3.3.6.1 Εμβαδό και όγκος τμήματος με χρήση: Κατοικίας

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	155.35	77.68	466.06	233.03
ΣΥΝΟΛΟ	155.35	77.68	466.06	233.03

Εικόνα 3.3.5 Κτίριο Μονοκατοικίας



## 3.4. Υπολογιστικά εργαλεία

### 3.4.1. AUTO KENAK

Είναι πρόγραμμα δεύτερης γενιάς - KENAK 2G - και επομένως είναι απαλλαγμένο από τις αδυναμίες της πρώτης γενιάς προγραμμάτων KENAK. Το περιβάλλον εργασίας είναι απόλυτα προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις του KENAK. Οι εργασίες ομαδοποιούνται σε λίγες, καλά οργανωμένες εντολές. Συνεργάζεται με το TEE KENAK, το λογισμικό του τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδος καθώς ακολουθεί όμοια μεθοδολογία για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας από το εκάστοτε κτίριο καθώς και για τον υπολογισμό της τελικής κατάταξης του κτιρίου.

### 3.4.2 TEE KENAK

Το ειδικό λογισμικό TEE-KENAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα. Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Το λογισμικό TEE-KENAK χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής **Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης** και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.

### 3.5. Αδιαφανή δομικά στοιχεία κελύφους

Σε κάθε τύπο κτιρίου που μελετήθηκε και σχεδιάστηκε στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δομικά στοιχεία ώστε να πληρούν τις προϋποθέσεις θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων με βάση τον ΚΕΝΑΚ. Ο έλεγχος κάθε στοιχείου γίνεται με βάση τον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη. Τα κτίρια τα οποία μελετήθηκαν θεωρούμε ότι εντάσσονται στην κλιματική ζώνη Β.

### 3.6. Έλεγχος Θερμοπερατότητας κελύφους κτιρίων

Εδώ γίνεται ο υπολογισμός της θερμοπερατότητας του κελύφους για κάθε κτίριο που μελετάται καθώς και ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κελυφών των κτιρίων με βάση τον ΚΕΝΑΚ και παρουσιάζονται τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα για κάθε κτίριο σε πίνακες.

#### 3.6.1. Κέλυφος πεντάωροφου κτιρίου καταστημάτων - γραφείων

Πίνακας 3.6.1.1 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περιγραφή	Εμβαδό m <sup>2</sup>	Ύψος m	Όγκος - V m <sup>3</sup>
05 όρ.	Z001.01	117.06	3.00	351.19
04 όρ.	Z001.01	117.06	3.00	351.19
03 όρ.	Z001.01	117.06	3.00	351.19
02 όρ.	Z001.01	122.92	3.00	368.75
01 όρ.	Z001.01	128.73	3.00	386.20
00 όρ.	Z001.01	128.74	3.00	386.21
-1 όρ.	Z001.01	126.46	3.00	379.38
Σύνολο:				2574.11

Πίνακας 3.6.1.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m <sup>2</sup>	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	948.07	339.88
Οριζόντια αδιαφανή	254.85	78.15
Διαφανή	135.01	385.06
Σύνολο:	1337.93	803.09

Πίνακας 3.6.1.3 Εύρεση επιτρεπτού  $U_{m,max}$

ΣΑ m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	ΣΑ/V
1337.93	2574.11	0.52

Μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}$   
W/K (από πίνακα TOTEE)

□

0.97

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (Κ)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (Κ+Θ)
	803.09	316.43	1119.52

Πίνακας 3.6.1.4 Έλεγχος κτιρίου

(Κ+Θ) W/K	ΣΑ m <sup>2</sup>	Πραγματοποιούμενο U <sub>m</sub> (Κ+Θ)/ΣΑ W/(m <sup>2</sup> K)	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
1119.52	1337.93	0.84	0.97
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

### 3.6.2. Κέλυφος διωρόφου κτιρίου καταστημάτων - γραφείων

Πίνακας 3.6.2.1 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περίγραμμα	Εμβαδό m <sup>2</sup>	Ύψος m	Όγκος - V m <sup>3</sup>
01 όρ.	Z001.01	108.43	3.00	325.30
00 όρ.	Z001.01	228.63	3.00	685.90
Σύνολο:				1011.20

Πίνακας 3.6.2.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m <sup>2</sup>	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	296.28	109.68
Οριζόντια αδιαφανή	457.26	116.94
Διαφανή	85.80	242.25
Σύνολα:	839.34	468.87

Πίνακας 3.6.2.3 Εύρεση επιτρεπτού U<sub>m,max</sub>

ΣΑ m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/K (από πίνακα TOTEE)
839.34	1011.20	0.83	0.81

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (Κ)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (Κ+Θ)
	468.87	127.56	596.43

Πίνακας 3.6.2.4 Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m <sup>2</sup>	Πραγματοποιούμενο U <sub>m</sub> (K+Θ)/ΣΑ W/(m <sup>2</sup> K)	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
596.43	839.34	0.71	0.81
		U <sub>m</sub> ≤ U <sub>m,max</sub>	Αποδεκτό

### 3.6.3. Κέλυφος ισόγειου κτιρίου καταστήματος

Πίνακας 3.6.3.1 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περίγραμμα	Εμβαδό m <sup>2</sup>	Ύψος m	Όγκος - V m <sup>3</sup>
Πατάρι.	Z001.01	49.64	2.60	129.06
00 όρ.	Z001.01	49.64	2.60	129.06
Σύνολο:				258.12

Πίνακας 3.6.3.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m <sup>2</sup>	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	121.31	42.94
Οριζόντια αδιαφανή	99.28	20.17
Διαφανή	27.42	79.95
Σύνολο:	248.01	143.06

Πίνακας 3.6.3.3 Εύρεση επιτρεπτού U<sub>m,max</sub>

ΣΑ m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/K (από πίνακα TOTEE)
248.01	258.12	0.96	0.83

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	143.06	49.76	192.82



Πίνακας 3.6.3.4 Έλεγχος κτιρίου:			
(K+Θ) W/K	ΣΑ m <sup>2</sup>	Πραγματοποιούμενο U <sub>m</sub> (K+Θ)/ΣΑ W/(m <sup>2</sup> K)	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
192.82	248.01	0.78	0.83
$U_m \leq U_{m,max}$			Αποδεκτό

### 3.6.4. Κέλυφος πενταόροφου κτιρίου πολυκατοικίας με πιλοτή

Πίνακας 3.6.4.1 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περίγραμμα	Εμβαδό m <sup>2</sup>	Ύψος m	Όγκος - V m <sup>3</sup>
05 όρ.	Z001.01	146.38	3.00	439.13
04 όρ.	Z001.01	146.38	3.00	439.13
03 όρ.	Z001.01	146.38	3.00	439.13
02 όρ.	Z001.01	146.38	3.00	439.13
01 όρ.	Z001.01	146.42	3.00	439.25
Σύνολο:				2195.77

Πίνακας 3.6.4.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m <sup>2</sup>	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	673.97	240.93
Οριζόντια αδιαφανή	292.80	101.32
Διαφανή	124.64	346.49
Σύνολο:	1091.41	688.74

Πίνακας 3.6.4.3 Εύρεση επιτρεπτού U<sub>m,max</sub>

ΣΑ m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
1091.41	2195.77	0.50	0.98

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	688.74	376.54	1065.28

Πίνακας 3.6.4.4 Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m <sup>2</sup>	Πραγματοποιούμενο U <sub>m</sub> (K+Θ)/ΣΑ W/(m <sup>2</sup> K)	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
1065.28	1091.41	0.98	0.98
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

### 3.6.5. Κέλυφος διώροφης διπλοκατοικίας με πιλοτή

Πίνακας 3.6.5.1 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περιγραφή	Εμβαδό m <sup>2</sup>	Ύψος m	Όγκος - V m <sup>3</sup>
02 όρ.	Z001.01	148.27	3.00	444.81
01 όρ.	Z001.01	148.27	3.00	444.81
Σύνολο:				889.62

Πίνακας 3.6.5.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m <sup>2</sup>	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	385.44	133.88
Οριζόντια αδιαφανή	293.74	95.69
Διαφανή	49.12	141.22
Σύνολο:	728.30	370.79

Πίνακας 3.6.5.3 Εύρεση επιτρεπτού U<sub>m,max</sub>

ΣΑ m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
728.30	889.62	0.82	0.82

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	370.79	176.06	546.85

Πίνακας 3.6.5.4 Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m <sup>2</sup>	Πραγματοποιούμενο U <sub>m</sub> (K+Θ)/ΣΑ W/(m <sup>2</sup> K)	Μέγιστο επιτρεπτό U <sub>m,max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
546.85	728.30	0.75	0.82
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

### 3.6.6. Κέλυφος κτιρίου μονοκατοικίας

Πίνακας 3.6.6.1 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περίγραμμα	Εμβαδό m <sup>2</sup>	Ύψος m	Όγκος - V m <sup>3</sup>
01 όρ.	Z001.01	33.16	3.00	99.49
00 όρ.	Z001.01	122.19	3.00	366.57
Σύνολο:				466.06

Πίνακας 3.6.6.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m <sup>2</sup>	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	196.96	85.98
Οριζόντια αδιαφανή	122.18	43.13
Διαφανή	32.18	92.91
Σύνολο:	351.32	222.02

Πίνακας 3.6.6.3 Εύρεση επιτρεπτού  $U_{m,max}$

ΣΑ m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
351.32	466.06	0.75	0.95

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	222.02	75.55	297.57

Πίνακας 3.6.6.4 Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m <sup>2</sup>	Πραγματοποιούμενο $U_m$ (K+Θ)/ΣΑ W/(m <sup>2</sup> K)	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/(m <sup>2</sup> K)
297.57	351.32	0.85	0.95
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

### 3.7. Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ώστε να πληρούν τις ελάχιστες προϋποθέσεις κατά KENAK

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες. Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK και του Auto KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του ισχύοντα νόμου και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή μελέτης, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς, για την περιοχή που βρίσκεται το κάθε κτίριο.

Υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου να χρήση και η αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πίνακας 3.7.1. Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	---

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

**Στις επόμενες παραγράφους δίνονται συγκεντρωτικά σε πίνακες τα δεδομένα εισαγωγής και αποτελέσματα από την Ενεργειακή μελέτη του κάθε κτιρίου.**

### 3.7.1. Μελέτη πενταώροφου κτιρίου καταστημάτων - γραφείων

Δίνονται συγκεντρωτικά σε πίνακες τα δεδομένα εισαγωγής και τα αποτελέσματα από την Ενεργειακή μελέτη του κτιρίου:

Πίνακας 3.7.1.1.. Εμβαδό και όγκος κτιρίου

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	858.03	858.03	2574.11	2574.11
ΣΥΝΟΛΟ	858.03	858.03	2574.11	2574.11

Πίνακας 3.7.1.2. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Καταστήματα, Φαρμακεία
Ολική επιφάνεια ζώνης [m <sup>2</sup> ]	858.03
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	260
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για H/M εξοπλισμό	Τύπος B
Κατανάλωση ZNX [m <sup>3</sup> /έτος]	0.00
Αερισμός	
Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	792.41
Φυσικός αερισμός [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	3.08
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	0
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	0
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0

### Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας κτιρίου

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.7.1.3. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη

Ωρες λειτουργίας ανά ημέρα	9
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	6
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	1-11 έως 15-4
Περίοδος ψύξης	15-5 έως 15-9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [°C]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [°C]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	3.08
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	500
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	16.0

Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /υπν/έτος]	--
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	17.6
Εκλύομενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	13
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.32
Εκλύομενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.32

### Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα φωτισμού χώρων

Στο κτίριο εγκαθίσταται κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 120,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0.935. Το δίκτυο διανομής είναι θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι μονάδες τύπου ανεμιστήρα fan coil, τοποθετημένες στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Το σύστημα ψύξης του κτιρίου αποτελείται από μία κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας συνολικής απόδοσης 105,00 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 3,50, η οποία καλύπτει το σύνολο των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου. Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ και οι τερματικές μονάδες είναι τύπου fan coil τοποθετημένες στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Η κατανάλωση φωτισμού για χρήσεις επαγγελματικών χώρων, λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της τελικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Εγκαθίστανται λαμπτήρες φθορισμού κατηγορίας T5 συνολικής ισχύος 13,73 kw. Η περιοχή φυσικού φωτισμού του κτιρίου καλύπτει περίπου το 50% της επιφάνειας του. Επίσης υπάρχει αυτοματισμός ανίχνευσης κίνησης με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση του τεχνητού φωτισμού με σκοπό την αποφυγή σπατάλης ενέργειας.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

#### Πίνακας 3.7.1.4 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.70	1.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	4.40

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	12.20	18.80	18.20	4.70	0.00	0.00	0.00	57.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.7.1.5. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	4.00	2.80	1.90	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.90	2.50	12.70
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	6.20	9.50	9.20	2.50	0.00	0.00	0.00	29.20
Φωτισμός	3.10	2.80	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	36.90
Σύνολο	7.10	5.70	5.00	3.40	4.90	9.30	12.60	12.30	5.60	3.40	4.00	5.60	78.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.1.6. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	70.10
Πετρέλαιο θέρμανσης	8.70
Σύνολο	78.80

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα

Πίνακας 3.7.1.7. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

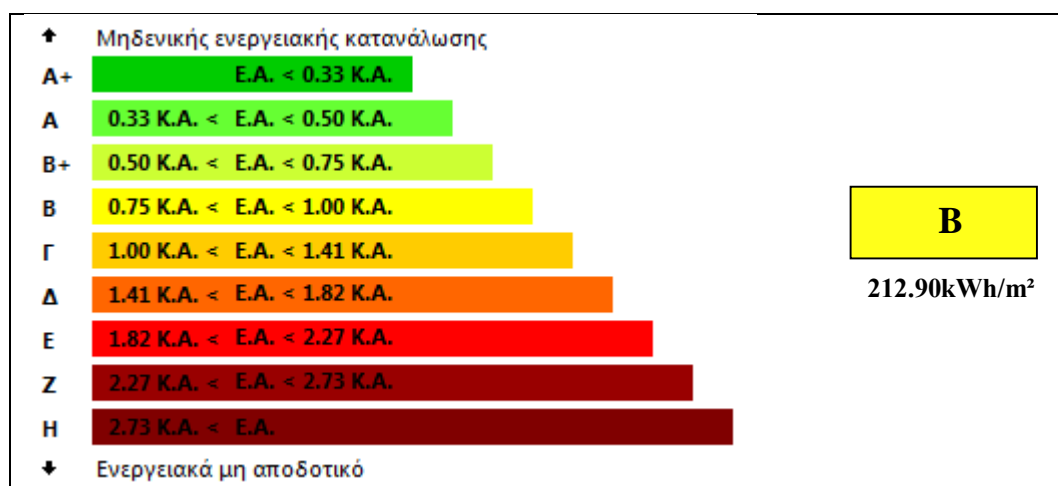
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	16.40	21.10
Ψύξη	70.60	84.70
Φωτισμός	133.20	107.10
Σύνολο	220.20	212.90

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.1.8. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

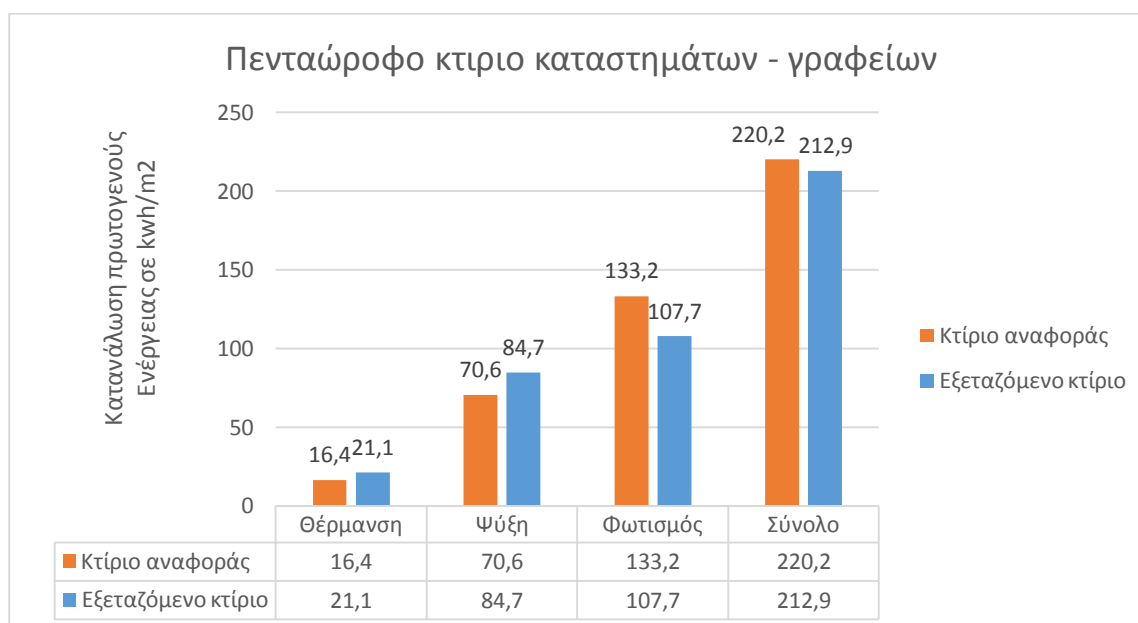
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	9.57	2.30
Ηλεκτρισμός	203.29	69.33
Σύνολο	212.86	71.63

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



### Συμπεράσματα:

Διάγραμμα 3.7.1.1 Σύγκριση καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας





Στο ανωτέρω γράφημα παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς. Το φορτίο θέρμανσης είναι μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς πιθανότατα λόγω χαμηλότερης απόδοσης των τερματικών μονάδων σε σχέση με αυτές του κτιρίου αναφοράς. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι όμοιος με αυτόν του κτιρίου αναφοράς. Το φορτίο ψύξης είναι επίσης αυξημένο λόγω του σχετικά χαμηλού συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των μονάδων ψύξης του κτιρίου. Το φορτίο φωτισμού είναι μειωμένο σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς καθώς υπάρχουν εγκατεστημένες διατάξεις αυτόματης σβέσης του τεχνητού φωτισμού όταν αυτός δεν είναι απαραίτητος λόγω της απουσίας των χρηστών του ενώ έχουν εγκατασταθεί και λαμπτήρες φθορισμού. Επίσης η επιφάνεια φυσικού φωτισμού στο συγκεκριμένο κτίριο η οποία ισούται με το 50% της επιφάνειας του κτιρίου, συμβάλλει στη μείωση του παραπάνω φορτίου, καθώς η λειτουργία των εμπορικών κτιρίων είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος σε ώρες όπου υπάρχει η συμβολή του φυσικού φωτισμού και η δυνατότητα εκμετάλλευσής του. Παρατηρούμε όπως άλλωστε ήταν και το αναμενόμενο, ότι το φορτίο του φωτισμού είναι το σημαντικότερο σε μέγεθος στα εμπορικά κτίρια σε σχέση με τα φορτία θέρμανσης και ψύξης. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία Β καθώς είναι λιγότερο ενεργοβόρο σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

### 3.7.2. Μελέτη διώροφου κτιρίου καταστημάτων – γραφείων

Πίνακας 3.7.2.1. Εμβαδό και γενικά στοιχεία κτιρίου

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	337.06	337.06	1011.20	1011.20
ΣΥΝΟΛΟ	337.06	337.06	1011.20	1011.20

Πίνακας 3.7.2.2. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Καταστήματα, Φαρμακεία
Ολική επιφάνεια ζώνης [m <sup>2</sup> ]	337.06
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	260
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό	Τύπος Δ
Κατανάλωση ZNX [m <sup>3</sup> /έτος]	0.00
Αερισμός	
Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	443.58
Φυσικός αερισμός [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	3.08
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	0
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	0
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0

#### Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας.

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.7.2.3. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη

Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	9
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	6
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	1-11 έως 15-4
Περίοδος ψύξης	15-5 έως 15-9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [°C]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [°C]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	3.08
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	500
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	16.0
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /υπν/έτος]	--
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	17.6
Εκλύομενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	13
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.32
Εκλύομενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.32

### Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα φωτισμού χώρων

Στο κτίριο εγκαθίσταται κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 30,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0.935. Το δίκτυο διανομής είναι θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι μονάδες τύπου ανεμιστήρα fan coil, τοποθετημένες στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Το σύστημα ψύξης του κτιρίου αποτελείται από μία κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας συνολικής απόδοσης 35,00 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 3,50. Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ και οι τερματικές μονάδες είναι τύπου fan coil τοποθετημένες στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Η κατανάλωση φωτισμού για χρήσεις επαγγελματικών χώρων, λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της τελικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Εγκαθίστανται λαμπτήρες φθορισμού κατηγορίας T5 συνολικής ισχύος 5,39 kw. Η περιοχή φυσικού φωτισμού του κτιρίου καλύπτει περίπου το 75% της επιφάνειας του. Επίσης υπάρχει αυτοματισμός

ανίχνευσης κίνησης με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση του τεχνητού φωτισμού με σκοπό την αποφυγή σπατάλης ενέργειας.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 3.7.2.4. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.90	1.50	1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.20	5.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	12.50	20.50	20.90	5.80	0.00	0.00	0.00	62.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.7.2.5. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	4.40	3.60	2.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.20	3.10	15.70
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	6.40	10.30	10.50	3.10	0.00	0.00	0.00	31.90
Φωτισμός	3.10	2.80	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	36.90
Σύνολο	7.50	6.50	5.80	3.50	4.80	9.40	13.40	13.60	6.10	3.40	4.20	6.30	84.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.2.6. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	73.50
Πετρέλαιο θέρμανσης	11.10
Σύνολο	84.60

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.2.7. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

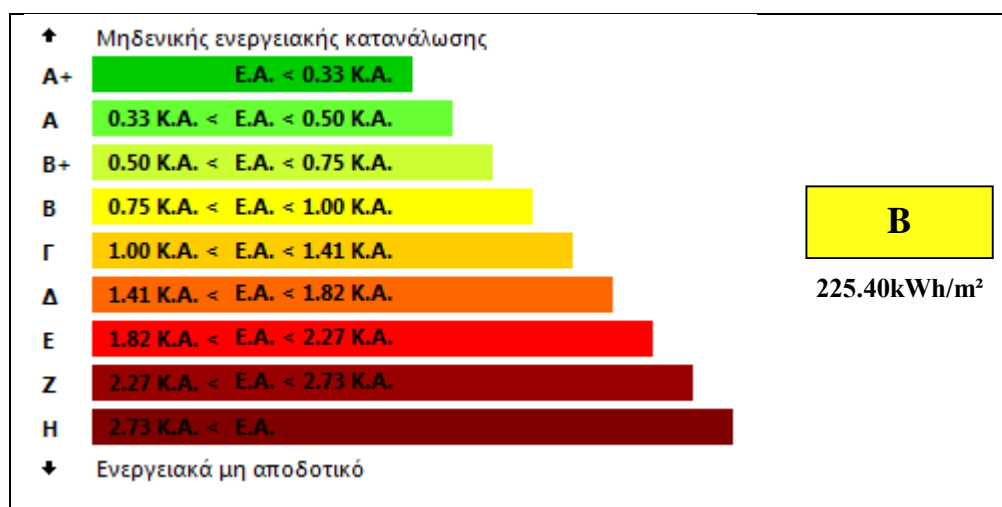
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	22.40	25.70
Ψύξη	85.50	92.60
Φωτισμός	133.20	107.10
Σύνολο	241.10	225.40

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.2.8. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	12.21	2.93
Ηλεκτρισμός	213.15	72.69
Σύνολο	225.36	75.62

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



## Συμπεράσματα

### Διάγραμμα 3.7.2.1 Σύγκριση καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας



Στο ανωτέρω γράφημα παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς. Το φορτίο θέρμανσης είναι μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς πιθανότατα λόγω χαμηλότερης απόδοσης των τερματικών μονάδων σε σχέση με αυτές του κτιρίου αναφοράς. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι όμοιος με αυτόν του κτιρίου αναφοράς. Το φορτίο ψύξης είναι ελαφρώς αυξημένα λόγω του σχετικά χαμηλού συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των μονάδων ψύξης του κτιρίου.

Το φορτίο φωτισμού είναι μειωμένο περίπου κατά 20% σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς καθώς υπάρχουν εγκατεστημένες διατάξεις αυτόματης σβέσης του τεχνητού φωτισμού όταν αυτός δεν είναι απαραίτητος λόγω της απουσίας των χρηστών του, ενώ έχουν εγκατασταθεί και λαμπτήρες φθορισμού. Επίσης η επιφάνεια φυσικού φωτισμού στο συγκεκριμένο κτίριο η οποία καλύπτει περίπου το 75% της επιφάνειάς του, συμβάλλει στη μείωση του παραπάνω φορτίου, καθώς η λειτουργία των εμπορικών κτιρίων είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος σε ώρες όπου υπάρχει η συμβολή του φυσικού φωτισμού και η δυνατότητα εκμετάλλευσής του. Παρατηρούμε επίσης ότι το φορτίο φωτισμού έχει αρκετά μεγαλύτερη συμβολή στις ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου σε σχέση με τα φορτία θέρμανσης και ψύξης. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία Β καθώς καταναλώνει λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

### 3.7.3. Μελέτη ισόγειου κτιρίου καταστήματος

#### Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας.

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.7.3.1. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη

Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	9
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	6
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	1-11 έως 15-4
Περίοδος ψύξης	15-5 έως 15-9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [°C]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [°C]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	3.08
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	500
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	16.0
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /υπν/έτος]	--
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	17.6
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	13
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.32
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.32

#### Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα φωτισμού χώρων

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης αυτού του κτιρίου.

Στο κτίριο εγκαθίσταται κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 10,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0.935. Το δίκτυο διανομής είναι θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι σώματα καλοριφέρ.

Για την ψύξη του κτιρίου εγκαθίστανται αυτόνομες τοπικές μονάδες αερόψυκτων αντλιών θερμότητας συνολικής απόδοσης 15,75 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας

(EER) ίσο με 4,50. Δεν υπάρχουν απώλειες διανομής ψύξης λόγω της μη ύπαρξης δικτύου διανομής.

Η κατανάλωση φωτισμού για χρήσεις επαγγελματικών χώρων, λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της τελικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Εγκαθίστανται λαμπτήρες φθορισμού κατηγορίας T5 συνολικής ισχύος 0,79 kw. Η περιοχή φυσικού φωτισμού του κτιρίου καλύπτει περίπου το 80% της επιφάνειάς του. Επίσης υπάρχει αυτοματισμός ανίχνευσης κίνησης με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση του τεχνητού φωτισμού με σκοπό την αποφυγή σπατάλης ενέργειας.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 3.7.3.2. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.10	5.00	3.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	4.50	21.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	18.50	32.30	32.10	7.20	0.00	0.00	0.00	93.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.7.3.3. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση: Εμπορίου

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	13.50	11.20	8.60	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3.80	10.30	50.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	8.30	13.50	13.40	4.10	0.00	0.00	0.00	42.00
Φωτισμός	1.50	1.40	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	18.10
Σύνολο	15.00	12.60	10.10	3.60	4.40	9.80	15.00	14.90	5.60	3.00	5.30	11.80	111.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.3. 4. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	69.90
Πετρέλαιο θέρμανσης	41.10
Σύνολο	111.10

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.3.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

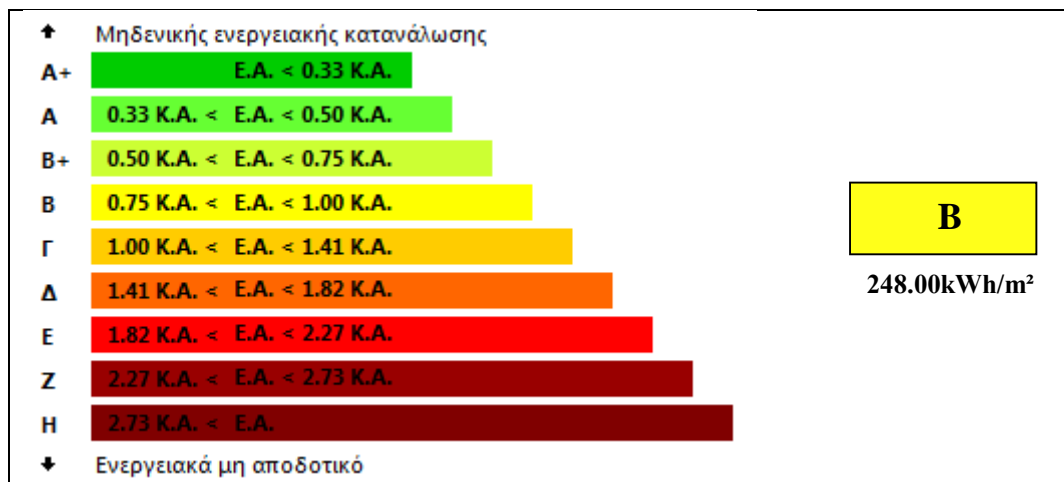
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	12.70	73.70
Ψύξη	108.70	121.90
Φωτισμός	133.20	52.40
Σύνολο	254.70	248.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.3.6. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	45.21	10.85
Ηλεκτρισμός	202.71	69.13
Σύνολο	247.92	79.98

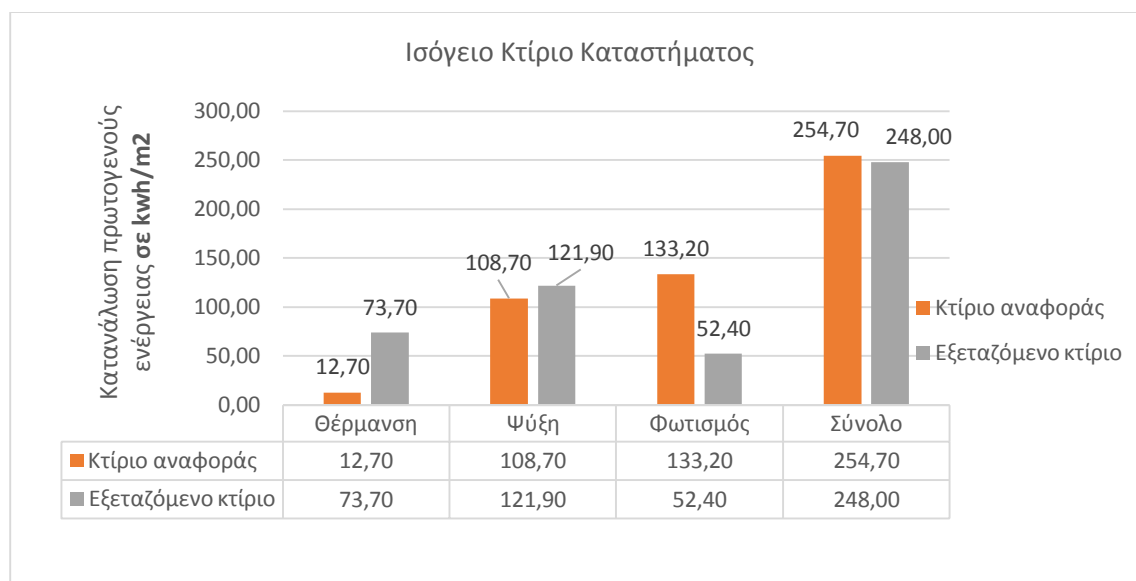
### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου





## Συμπεράσματα:

Διάγραμμα 3.7.3.1 Σύγκριση καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου.



Στο ανωτέρω γράφημα παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς. Το φορτίο θέρμανσης είναι αρκετά μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς. Ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι η ύπαρξη υαλοστασίων σε εκτενείς επιφάνειες της πρόσοψης τα οποία παρόλο που είναι διπλά και με θερμοδιακοπή, έχουν υψηλή θερμοπερατότητα σε σχέση με τις τοιχοποιίες οπότε συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση του φορτίου θέρμανσης. Επίσης συμβάλλει ο χαμηλότερος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων σε σχέση με αυτές του κτιρίου αναφοράς. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι όμοιος με αυτόν του κτιρίου αναφοράς, παρόλα αυτά επειδή το κτίριο έχει αυτόνομο σύστημα θέρμανσης και μικρή επιφάνεια και όγκο, αυξάνεται το φορτίο σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς λόγω πιθανής υπερδιαστασιολόγησης. Το φορτίο ψύξης είναι ελαφρώς αυξημένα λόγω του συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των μονάδων ψύξης του κτιρίου.

Το φορτίο φωτισμού είναι μειωμένο κατά 60% σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς κυρίως λόγω της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού από την ύπαρξη μεγάλων επιφανειών υαλοστασίων τα οποία καλύπτουν με φυσικό φωτισμό περίπου το 80% της επιφάνειας του εξεταζόμενου κτιρίου. Υπάρχουν επίσης εγκατεστημένες διατάξεις αυτόματης σβέσης του τεχνητού φωτισμού όταν αυτός δεν είναι απαραίτητος λόγω της απουσίας των χρηστών του, ενώ έχουν εγκατασταθεί και λαμπτήρες φθορισμού. Παρατηρούμε επίσης και σε αυτό το κτίριο του τριτογενούς τομέα ότι το φορτίο φωτισμού έχει αρκετά μεγαλύτερη συμβολή στις ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου σε σχέση με τα φορτία θέρμανσης και ψύξης. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία Β καθώς καταναλώνει λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

### 3.7.4. Μελέτη πενταώροφου κτιρίου πολυκατοικίας με πιλοτή

Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου.

Πίνακας 3.7.4.1. Εμβαδό και όγκος κτιρίου.

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	731.94	365.97	2195.77	1097.89
ΣΥΝΟΛΟ	731.94	365.97	2195.77	1097.89

Πίνακας 3.7.4.2. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης.

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία, πολυκατοικία
Ολική επιφάνεια ζώνης [m <sup>2</sup> ]	731.94
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	260
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό	Τύπος Δ
Κατανάλωση ΖΝΧ [m <sup>3</sup> /έτος]	410.70
Αερισμός	
Διείδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	697.41
Φυσικός αερισμός [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	0.75
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	100
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	5
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0

### Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.7.4.3. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη.

Ωρες λειτουργίας ανά ημέρα	18
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	7
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	1-11 έως 15-4
Περίοδος ψύξης	15-5 έως 15-9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [°C]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [°C]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	40
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	0.75
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	6.4
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /hπν/έτος]	27.38
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	17.6
Εκλύομενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	4
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75
Εκλύομενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75

### Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Στο κτίριο εγκαθίσταται κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 60,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0,93. Το δίκτυο διανομής είναι θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ και στους επιμέρους χώρους του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί θερμαντικά σώματα ως θερμαντικές μονάδες.

Εγκαθίστανται αυτόνομες τοπικές μονάδες αντλιών θερμότητας σε κάθε διαμέρισμα συνολικής ψυκτικής απόδοσης για όλο το κτίριο 87,50 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 3,50.

Για την παραγωγή ZNX χρησιμοποιείται το σύστημα της μονάδας λέβητα – καυστήρα το οποίο τροφοδοτεί τους τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες σε κάθε διαμέρισμα. Επίσης εγκαθίστανται επιλεκτικοί επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες στο δάμα του κτιρίου για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ZNX. Η συνολική επιφάνεια επιλεκτικών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών είναι 11 m<sup>2</sup> για όλο το κτίριο.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου με χρήση Κατοικίας

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 3.7.4.4 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.20	7.20	5.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	7.10	31.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	11.90	10.70	2.00	0.00	0.00	0.00	33.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	17.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.7.4.5. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	13.10	10.30	7.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	10.20	45.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.40	2.00	1.80	0.30	0.00	0.00	0.00	5.70
ZNX	1.80	1.50	1.50	1.10	0.80	0.40	0.30	0.20	0.40	0.90	1.30	1.70	12.00
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.60	0.60	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.60	0.50	9.60
Σύνολο	14.80	11.90	9.00	1.80	1.00	1.80	2.30	2.00	0.80	0.90	4.90	11.90	63.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.4.6. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	7.40
Πετρέλαιο θέρμανσης	55.80
Ηλιακή ενέργεια	9.60
Σύνολο	63.10

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.4.7. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

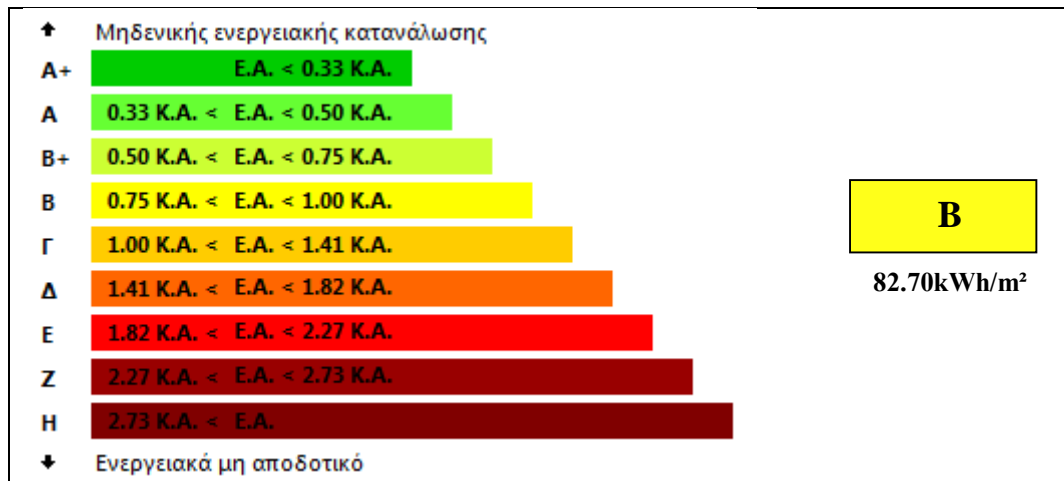
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	46.70	53.00
Ψύξη	21.80	16.50
ZNX	20.70	13.20
Σύνολο	89.20	82.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.4.8. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	61.38	14.73
Ηλεκτρισμός	21.46	7.32
Σύνολο	82.84	22.05

## Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου με χρήση κατοικίας



## Συμπεράσματα:

Διάγραμμα 3.7.4.1 Σύγκριση καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου.



Στο ανωτέρω γράφημα παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς. Παρατηρούμε ότι το φορτίο της θέρμανσης είναι το σημαντικότερο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Στο εξεταζόμενο κτίριο είναι αυξημένο κατά 11% σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του βαθμού απόδοσης των θερματικών μονάδων θέρμανσης. Το σύστημα παραγωγής και διανομής θέρμανσης είναι εφάμιλλο αυτού του κτιρίου αναφοράς.

Το φορτίο ψύξης είναι μειωμένο σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του υψηλού συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των τοπικών αερόψυκτων μονάδων ψύξης του κτιρίου. Το φορτίο για παραγωγή ZNX είναι μειωμένο περίπου κατά 35% σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς καθώς υπάρχουν εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες στο δώμα του τελευταίου ορόφου για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την παραγωγή ZNX επιφάνειας 2,2 m<sup>2</sup> ανά οροφδιαμέρισμα.. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία Β καθώς καταναλώνει λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

### 3.7.5. Μελέτη διώροφου κτιρίου διπλοκατοικίας με πιλοτή

#### Γενικά στοιχεία κτιρίου

Πίνακας 3.7.5.1. Εμβαδό και όγκος κτιρίου με χρήση κατοικίας

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	296.54	148.27	889.62	444.81
ΣΥΝΟΛΟ	296.54	148.27	889.62	444.81

Πίνακας 3.7.5.2. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης.

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία, πολυκατοικία
Ολική επιφάνεια ζώνης [m <sup>2</sup> ]	296.54
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	260
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό	Τύπος Δ
Κατανάλωση ZNX [m <sup>3</sup> /έτος]	164.28
Αερισμός	
Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	275.93
Φυσικός αερισμός [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	0.75
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	100
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	0
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0

#### Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.7.5.3. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη.

Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	18
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	7
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	1-11 έως 15-4
Περίοδος ψύξης	15-5 έως 15-9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [°C]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [°C]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	40

Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	0.75
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	6.4
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /υπν/έτος]	27.38
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	17.6
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	4
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75

### Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης αυτού του κτιρίου.

Στο κτίριο εγκαθίσταται κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 34,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0,935. Το δίκτυο διανομής αποτελείται από σωλήνες μονωμένους με βάση τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι σώματα καλοριφέρ. Εγκαθίστανται αυτόνομες τοπικές μονάδες αντλιών θερμότητας συνολικής απόδοσης 37,80 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 3,50 για την κάλυψη των φορτίων ψύξης.

Για την παραγωγή ZNX χρησιμοποιείται τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας ισχύος 4,00 kw ανά κατοικία (σύνολο 8,0 kw). Επίσης εγκαθίστανται επιλεκτικοί επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες στο δώμα του κτιρίου για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX. Η συνολική επιφάνεια επιλεκτικών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών είναι 8 m<sup>2</sup>.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου κατοικίας.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 3.7.5.4. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου κατοικίας

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.40	9.00	6.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	8.90	39.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.80	13.50	12.20	2.20	0.00	0.00	0.00	37.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	1.10	1.40	1.60	1.80	17.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.7.5.5. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	15.90	12.60	9.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	12.50	55.60
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.50	2.30	2.10	0.40	0.00	0.00	0.00	6.40
ZNX	0.90	0.70	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.90	3.70
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.00	1.10	1.40	1.50	1.70	1.70	1.80	1.90	1.70	1.50	1.10	1.00	17.20
Σύνολο	16.80	13.30	9.70	1.10	0.20	1.50	2.30	2.10	0.40	0.00	5.10	13.40	65.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.5.6. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	10.60
Πετρέλαιο θέρμανσης	55.10
Ηλιακή ενέργεια	17.20
Σύνολο	65.70

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.5.7. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	61.70	62.10
Ψύξη	23.00	18.40
ZNX	20.50	10.70
Σύνολο	105.20	91.30

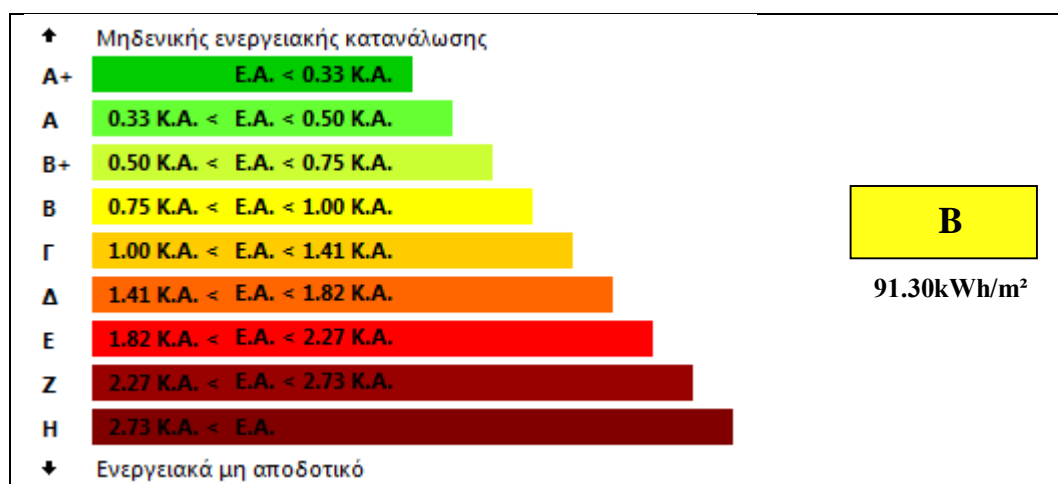
Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.



Πίνακας 3.7.5.8. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	60.61	14.55
Ηλεκτρισμός	30.74	10.48
Σύνολο	91.35	25.03

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου με χρήση κατοικίας.



### Συμπεράσματα:

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς. Παρατηρούμε ότι το φορτίο της θέρμανσης είναι το σημαντικότερο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Στο εξεταζόμενο κτίριο είναι αυξημένο ελάχιστα σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του βαθμού απόδοσης των θερματικών μονάδων θέρμανσης. Το σύστημα παραγωγής και είναι εφάμιλλο αυτού του κτιρίου αναφοράς ενώ το σύστημα διανομής ελαφρώς πιο αποδοτικό.

Το φορτίο ψύξης είναι μειωμένο σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των τοπικών αερόψυκτων μονάδων ψύξης του κτιρίου και της μη ύπαρξης απωλειών διανομής λόγω απουσίας δικτύου διανομής ψύξης.

Το φορτίο για παραγωγή ZNX είναι μειωμένο περίπου κατά 50% σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς καθώς υπάρχουν εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες στο δώμα του τελευταίου ορόφου για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την παραγωγή ZNX. Σε κάθε κατοικία αντιστοιχούν 4,00 m<sup>2</sup> επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη καλύπτοντας πολύ μεγάλο μέρος του φορτίου ZNX. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία B καθώς καταναλώνει λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

Διάγραμμα 3.7.5.1 Σύγκριση καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου.



### 3.7.6. Μελέτη κτιρίου μονοκατοικίας

#### Γενικά στοιχεία κτιρίου

Πίνακας 3.7.6.1. Εμβαδό και όγκος θερμικής ζώνης κτιρίου.

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	155.35	77.68	466.06	233.03
ΣΥΝΟΛΟ	155.35	77.68	466.06	233.03

#### Χαρακτηριστικά θερμικής ζώνης

Πίνακας 3.7.6.2. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία, πολυκατοικία
Ολική επιφάνεια ζώνης [m <sup>2</sup> ]	155.35
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	260
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό	Τύπος Δ
Κατανάλωση ZNX [m <sup>3</sup> /έτος]	54.76
Αερισμός	
Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	269.98

Φυσικός αερισμός [ $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ]	0.75
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	100
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	0
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	1

### Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.7.6.3. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη.

Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	18
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	7
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	1-11 έως 15-4
Περίοδος ψύξης	15-5 έως 15-9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [ $^{\circ}\text{C}$ ]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [ $^{\circ}\text{C}$ ]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	40
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [ $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ]	0.75
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	6.4
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ $\text{m}^3/\text{h}/\text{πν}/\text{έτος}$ ]	27.38
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{έτος}$ ]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [ $^{\circ}\text{C}$ ]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [ $^{\circ}\text{C}$ ]	19.3
Εκλύομενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	4
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75
Εκλύομενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75

### Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Στο κτίριο εγκαθίσταται κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 26,50 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0,93. Το δίκτυο διανομής αποτελείται από σωλήνες μονωμένους

με βάση τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι σώματα καλοριφέρ. Εγκαθίστανται αυτόνομες τοπικές μονάδες αντλιών θερμότητας συνολικής απόδοσης 13,93 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 3,50 για την κάλυψη του φορτίου ψύξης.

Για την παραγωγή ΖΝΧ χρησιμοποιείται τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας ισχύος 4,00 kw. Επίσης εγκαθίστανται επιλεκτικοί επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες στο δώμα του κτιρίου για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ. Η συνολική επιφάνεια επιλεκτικών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών είναι 4 m<sup>2</sup>.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου κατοικίας

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 3.7.6.4. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.50	5.80	3.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.20	23.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	14.40	20.60	20.30	5.50	0.00	0.00	0.00	64.00
ZNX	1.10	1.00	1.10	1.00	0.90	0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	10.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.7.6.5. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.70	8.30	5.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	7.50	34.20
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	2.40	3.50	3.40	0.90	0.00	0.00	0.00	10.80
ZNX	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30
Ηλιακή ενέργεια για ΖΝΧ	1.00	1.00	1.30	1.40	1.60	1.70	1.80	1.80	1.60	1.40	1.10	0.90	16.60
Σύνολο	10.80	8.30	5.50	0.40	0.50	2.40	3.50	3.40	0.90	0.00	1.80	7.60	45.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.6.6. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	11.30
Πετρέλαιο θέρμανσης	34.00
Ηλιακή ενέργεια	16.60

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Σύνολο	45.30

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.6.7. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

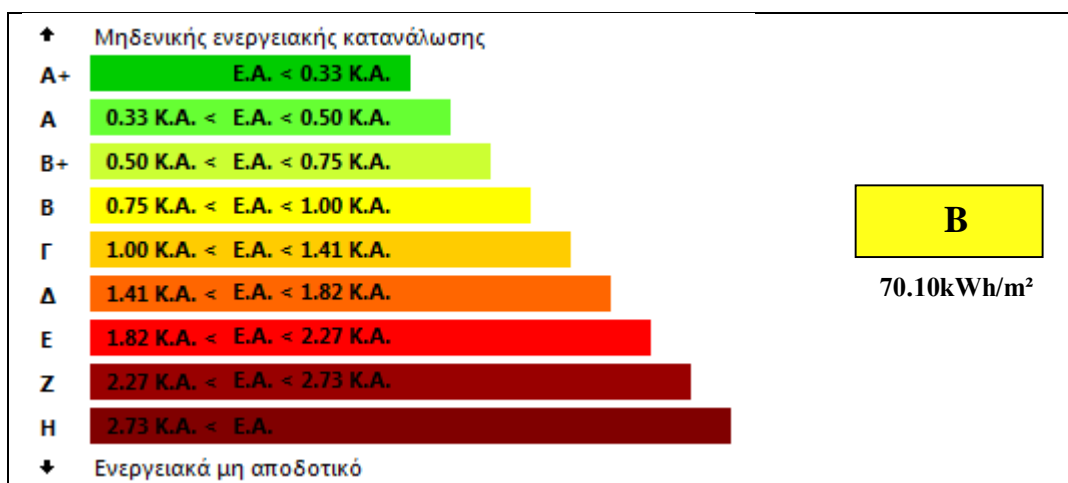
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	38.70	37.90
Ψύξη	30.50	31.30
ZNX	12.90	0.80
Σύνολο	82.10	70.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.7.6.8. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

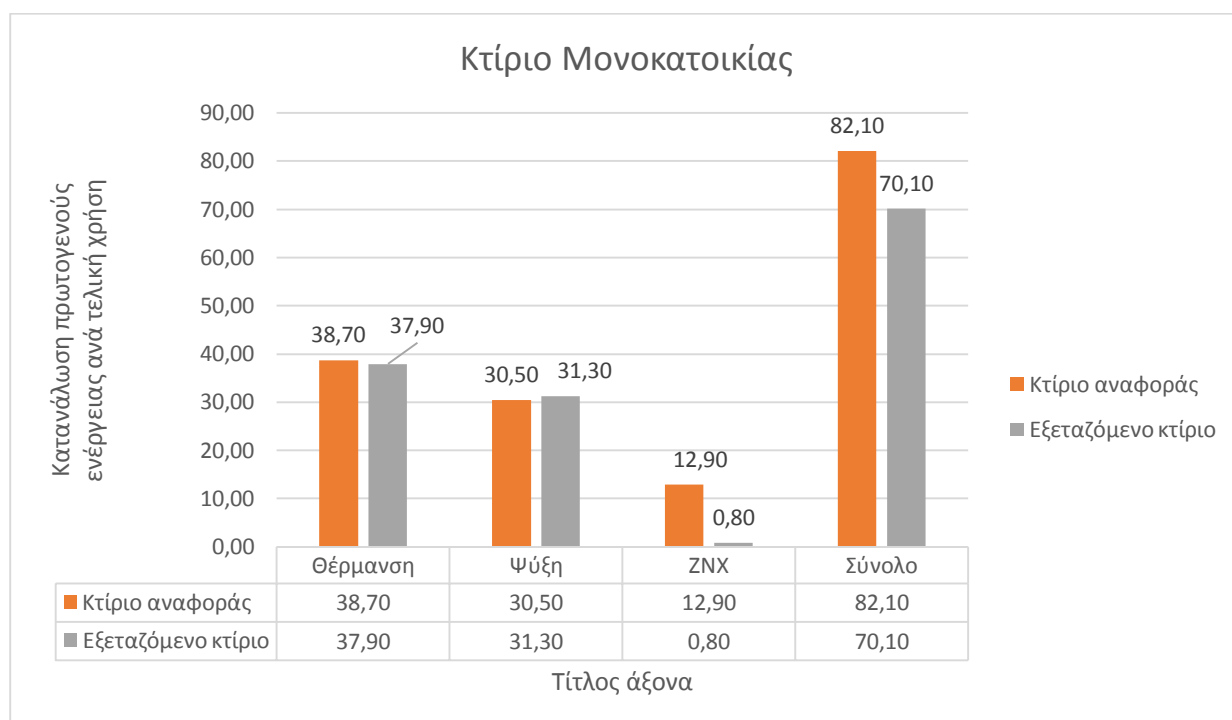
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	37.40	8.98
Ηλεκτρισμός	32.77	11.18
Σύνολο	70.17	20.15

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου



## Συμπεράσματα:

Διάγραμμα 3.7.6.1 Σύγκριση καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου.



Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς. Παρατηρούμε ότι το φορτίο της θέρμανσης είναι το σημαντικότερο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Στο εξεταζόμενο κτίριο είναι αυξημένο ελάχιστα σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του βαθμού απόδοσης των θερματικών μονάδων θέρμανσης. Το σύστημα παραγωγής θέρμανσης είναι εφάμιλλο αυτού του κτιρίου αναφοράς ενώ το σύστημα διανομής ελαφρώς πιο αποδοτικό. Το φορτίο ψύξης είναι μειωμένο σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των τοπικών αερόψυκτων μονάδων ψύξης του κτιρίου και της μη ύπαρξης απωλειών διανομής λόγω απουσίας δικτύου διανομής ψύξης.

Το φορτίο για παραγωγή ZNX έχει σχεδόν μηδενιστεί σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς καθώς υπάρχουν εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες στο δώμα του τελευταίου ορόφου για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την παραγωγή ZNX. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία Β καθώς καταναλώνει λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:**

### **Σενάρια μετατροπής βασικών κτιρίων σε κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας**

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εγκαταστήσουμε και θα εφαρμόσουμε στα επί μέρους κτίρια που μελετήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, διάφορα συστήματα εξοικονόμησης και αυτοπαραγωγής ενέργειας με στόχο να μετατραπούν σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης γίνεται κοστολόγηση κάθε σεναρίου η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επενδύσεων στο επόμενο κεφάλαιο.

#### **4.1. Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων**

##### **4.1.1. Σενάριο εξοικονόμησης 1**

###### **Εγκαταστάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας.**

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,930.
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας Β). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

###### **Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.**

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.1.1.1 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.70	1.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	4.40
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	12.20	18.80	18.20	4.70	0.00	0.00	0.00	57.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.1.1.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας κτιρίου ανά χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.90	1.40	0.90	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	1.30	6.60
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	3.00	4.50	4.40	1.30	0.00	0.00	0.00	14.10
Ηλιακή ενέργεια για θέρμ. χώρων	0.70	0.80	0.90	1.10	1.20	1.20	1.30	1.30	1.20	1.00	0.80	0.70	12.20
Φωτισμός	3.10	2.80	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	36.90
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.90	2.00	2.50	2.80	3.20	3.30	3.50	3.50	3.10	2.70	2.10	1.80	32.50
Σύνολο	5.10	4.20	4.10	3.30	4.10	6.00	7.70	7.50	4.30	3.30	3.60	4.40	57.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.1.3 Κατανάλωση ανά καύσιμο: Εμπορίου

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	22.10
Πετρέλαιο θέρμανσης	3.10
Ηλιακή ενέργεια	44.70
Σύνολο	57.70

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.1.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	16.40	13.60
Ψύξη	70.60	40.90
Φωτισμός	133.20	107.10
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	94.30
Σύνολο	220.20	67.40

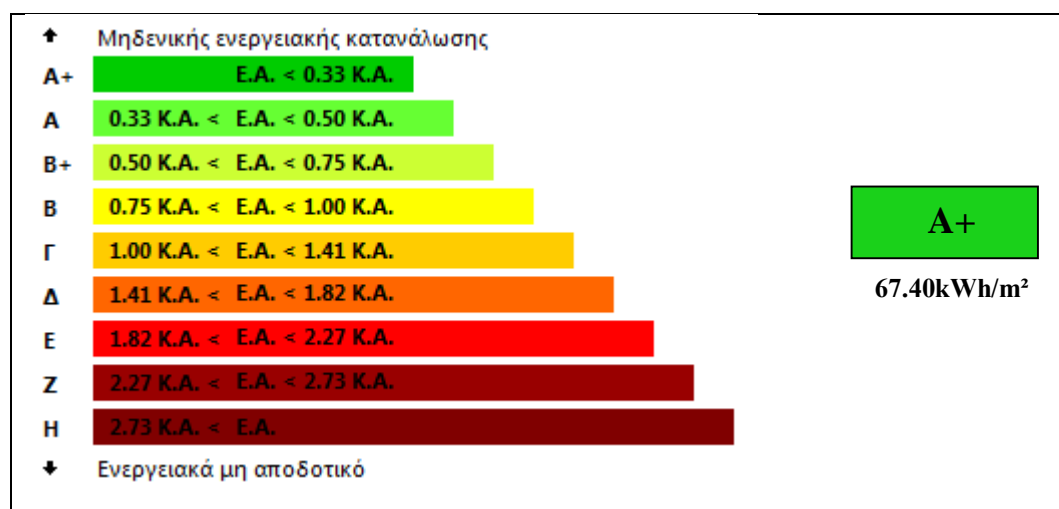


Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.1.5 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο: Εμπορίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	3.41	0.82
Ηλεκτρισμός	64.09	21.86
Σύνολο	67.50	22.68

### Ενεργειακή κατάταξη Κτιρίου



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.1.1.6 Κόστος επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας Συμπύκνωσης	16800,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	7200,00
Ηλιακοί συλλέκτες	7200,00
Φωτοβολταϊκά	43200,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>74400,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο .

Πίνακας 4.1.1.7 Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	70,10	22,10	48,00	41185,44	0,151	6219,00
πετρέλαιο	8,70	3,10	5,60	4804,97	0,074	355,57
						<b>6574,57</b>

#### 4.1.2. Σενάριο εξοικονόμησης 2

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα κατακόρυφων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω σχετικά μικρού περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέο κτίριο εντάσσεται στην υποδομή του για εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.1.2.1 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.70	1.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	4.40
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	12.20	18.80	18.20	4.70	0.00	0.00	0.00	57.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.1.2.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	0.90	0.70	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	0.80	4.20
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	2.10	3.20	3.10	0.90	0.00	0.00	0.00	10.00
Φωτισμός	3.10	2.80	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	36.90

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.80	1.90	2.50	2.80	3.30	3.40	3.60	3.60	3.10	2.60	2.00	1.70	32.30
Σύνολο	4.00	3.60	3.90	3.30	3.80	5.20	6.30	6.20	4.00	3.30	3.70	3.90	51.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.2.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	18.90
Ηλιακή ενέργεια	32.30
Σύνολο	51.10

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.2.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

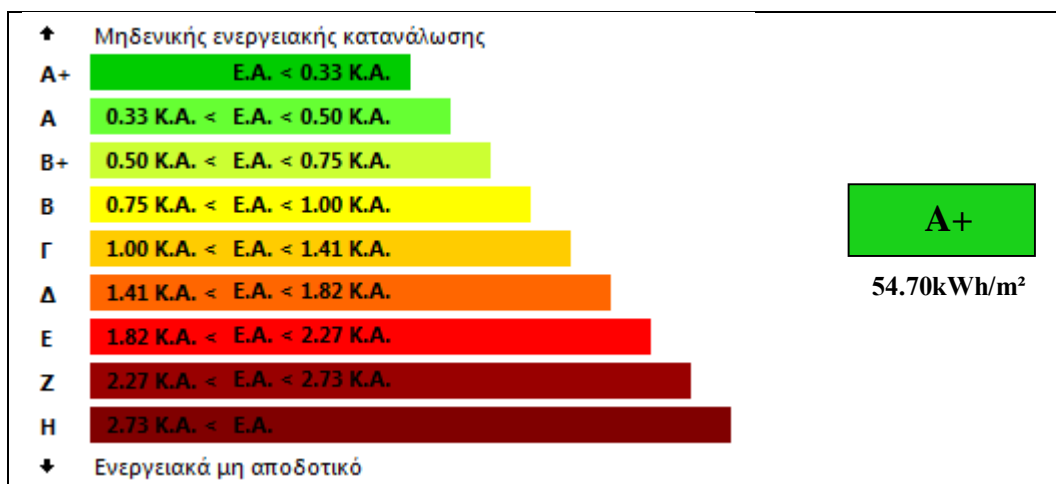
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	14.60	12.20
Ψύξη	64.10	28.90
Φωτισμός	133.20	107.10
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	93.60
Σύνολο	211.90	54.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.2.5 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο: Εμπορίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	54.81	18.69
Σύνολο	54.81	18.69

**Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.**



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρών σενάριο

Πίνακας 4.1.2.6 Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	32400,00
Τερματικές Μονάδες FCU	4200,00
Γεωεναλλάκτης	30000,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	7200,00
Φωτοβολταϊκά	35200,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>109000,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρών σενάριο .

Πίνακας 4.1.2.7 Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m2	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	70,10	18,90	51,20	43931,14	0,151	6633,60
Πετρέλαιο	8,70	0,00	8,70	7464,86	0,074	552,40
						<b>7186,00</b>

### 4.1.3. Σενάριο εξοικονόμησης 3

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα κατακόρυφων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω σχετικά μικρού περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέο κτίριο εντάσσεται στην υποδομή του για εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Εγκατάσταση φωτιστικών LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 110lum/watt. Επειδή στα κτίρια με χρήση καταστημάτων και γραφείων το φορτίο φωτισμού είναι το κυριότερο, με αυτή την επέμβαση επιδιώκουμε τη δραστική μείωσή του.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.1.3.1 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.60	1.70	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.30	6.60
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	10.90	17.20	16.60	4.10	0.00	0.00	0.00	51.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.1.3.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.70	1.40	1.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.20	1.50	8.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.90	3.90	3.90	1.20	0.00	0.00	0.00	13.00
Φωτισμός	1.50	1.40	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	17.80
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.40	1.40	1.80	2.10	2.50	2.60	2.70	2.70	2.30	1.90	1.50	1.30	24.20
Σύνολο	3.20	2.80	2.90	2.10	2.50	4.40	5.50	5.40	2.70	1.90	2.70	3.00	38.90

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.3.3 Κατανάλωση ανά καύσιμο: Εμπορίου

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	14.70
Ηλιακή ενέργεια	24.20
Σύνολο	38.90

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.3.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

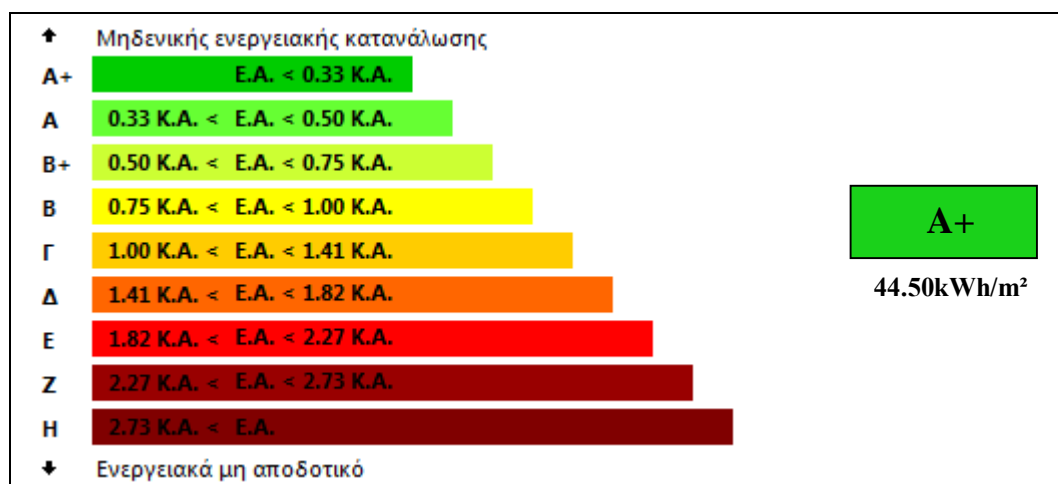
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	21.20	23.50
Ψύξη	73.10	37.60
Φωτισμός	133.20	51.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	68.30
Σύνολο	227.50	44.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.1.3.6 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο:

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	42.63	14.54
Σύνολο	42.63	14.54

## Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.1.3.7 Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	32400,00
Τερματικές Μονάδες FCU	4200,00
Γεωεναλλάκτης	30000,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	7200,00
Λαμπτήρες LED υψηλής πυκνότητας φωτισμού	5949,00
Φωτοβολταϊκά	24000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>103749,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.1.3.8 Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου € /kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	70,10	14,70	55,40	47534,86	0,151	7177,76
Πετρέλαιο	8,70	0,00	8,70	7464,86	0,074	552,40
						<b>7730,16</b>

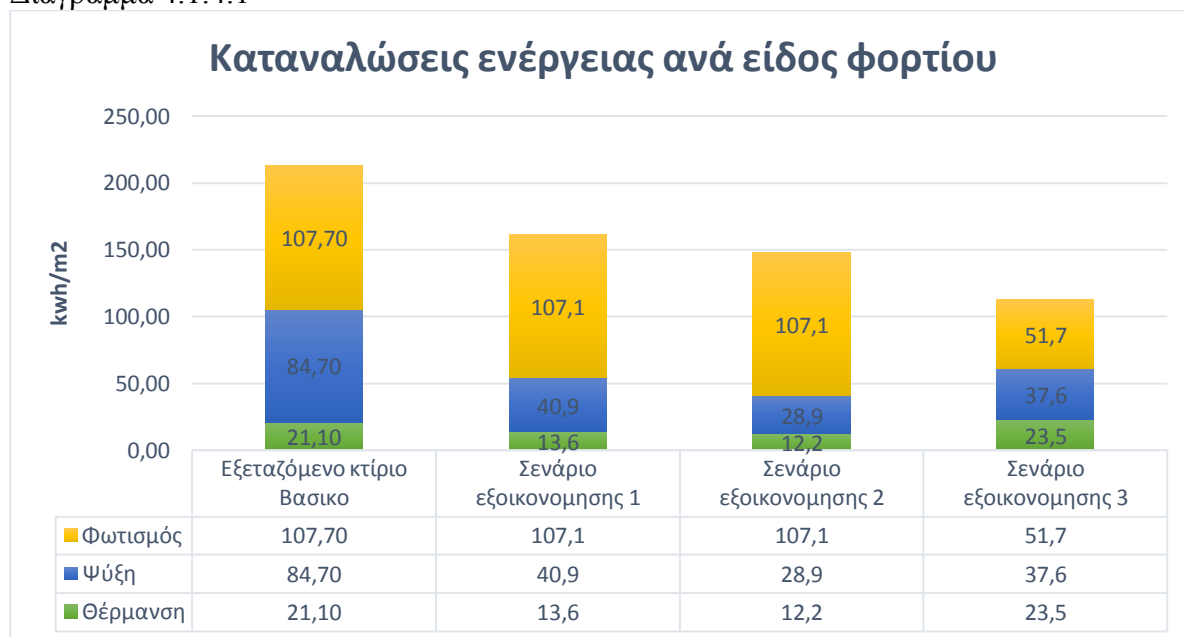
#### 4.1.4. Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και τα σενάρια εξοικονόμησης. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές.

Πίνακας 4.1.4.1 Επεμβάσεις ανά σενάριο εξοικονόμησης

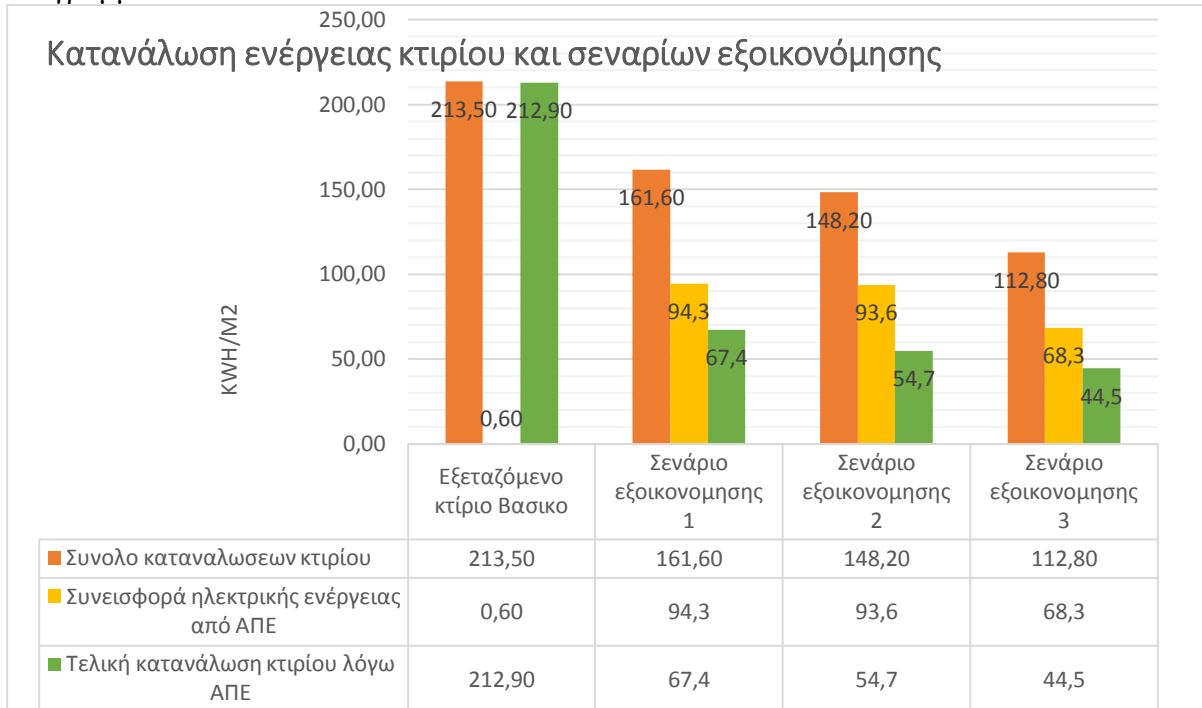
Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη.	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη.
Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση		Εγκατάσταση φωτιστικών LED υψηλής απόδοσης

Διάγραμμα 4.1.4.1

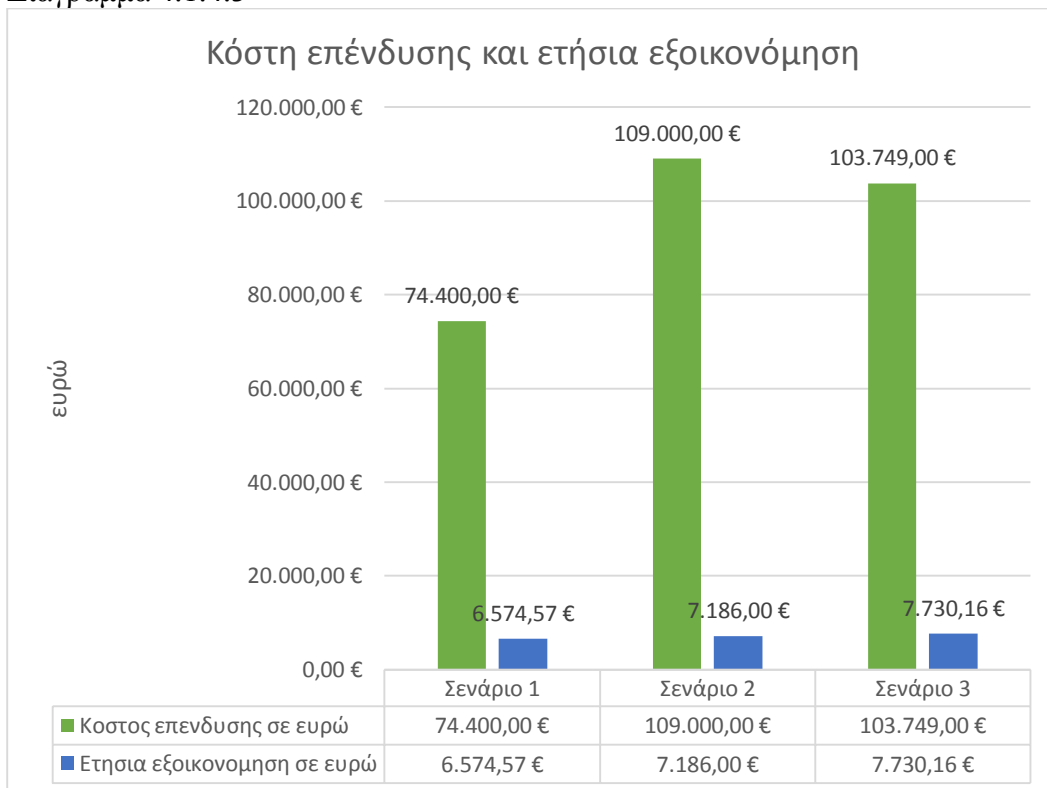




Διάγραμμα 4.1.4.2



Διάγραμμα 4.1.4.3



Στο σενάριο 1 εγκαταστάθηκαν αυτοματισμοί ελέγχου των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου ψύξης και θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο που μελετήθηκε στο κεφάλαιο 3. Επίσης σε αυτό το σενάριο εξετάστηκε η συμβολή στη μείωση του φορτίου θέρμανσης ενός λέβητα συμπύκνωσης με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης καθώς και η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συγκεκριμένου ενεργειακού συστήματος.

Αποτέλεσμα των παραπάνω ήταν η μείωση κατά 50% του φορτίου της ψύξης και κατά 33% του φορτίου της θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως η εξοικονόμηση στη θέρμανση αν και είναι το μικρότερο φορτίο στο κτίριο, είναι σημαντική καθώς για την παραγωγή της χρησιμοποιείται σαν καύσιμο το πετρέλαιο, το οποίο δεν μπορεί να αναπληρωθεί από κάποια ανανεώσιμη πηγή. Επίσης, η μείωση του φορτίου ψύξης οδηγεί σε μικρότερες ανάγκες ηλεκτρικού ρεύματος καθώς στο κτίριο χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας για την ψύξη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερη απαίτηση σε κάποια πιθανή εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος για κάλυψη των ίδιων αναγκών του κτιρίου.

Εκτός αυτού σε αυτό το σενάριο υπάρχει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη του υψηλού φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί ο φωτισμός του κτιρίου και δευτερευόντως το σύστημα ψύξης του. Η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου διαμορφώθηκε μειωμένη κατά 68% σε σχέση με το βασικό σενάριο και το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη, λόγω της έλλειψης χώρου στον περιβάλλοντα του κτιρίου. Σε συνδυασμό με την εγκατάσταση αυτοματισμών ελέγχου σε θέρμανση και ψύξη πετύχαμε εξοικονόμηση ενέργειας στα παραπάνω φορτία κατά 38% και 65% αντίστοιχα.

Για την κάλυψη μεγάλου μέρους των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα, καθώς αυτό χρησιμοποιείται σε θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, επιλέχθηκε η εγκατάσταση συστήματος φωτοβολταϊκών συλλεκτών στο δώμα του κτιρίου. Η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου σε σχέση με το βασικό σενάριο μειώθηκε κατά 75% και το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 τοποθετήθηκε εκ νέου γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη για την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη και θέρμανση, καθώς και αυτοματισμοί ελέγχου των Η/Μ συστημάτων του κτιρίου. Επίσης, για την μείωση της κατανάλωσης των συστημάτων φωτισμού, που αποτελούν το σημαντικότερο φορτίο στο βασικό κτίριο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση λαμπτήρων LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 110 lum/watt. Σε σχέση με το βασικό κτίριο επέφεραν μείωση στο φορτίο φωτισμού περίπου κατά 50%. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την επιλογή φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μικρότερης έκτασης και παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη μεγαλύτερου ποσοστού των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με τα προηγούμενα σενάρια εξοικονόμησης. Η τελική κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου 3 είναι μειωμένη σε σχέση με το βασικό σενάριο περίπου κατά 80% και κατατάσσεται μετά τις παρεμβάσεις στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Όπως παρατηρούμε στα διαγράμματα 4.1.4.2 και 4.1.4.3, το κόστος της επένδυσης στο σενάριο 1 είναι μικρότερο κατά 32% σε σχέση με το σενάριο 2 και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι μόλις κατά 7% μεγαλύτερη. Επίσης, η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων στο σενάριο 2 σε σχέση με το σενάριο 1 είναι μόλις κατά 8% μεγαλύτερη. Επομένως, παρ' όλο που το δεύτερο

σενάριο είναι πιο συμφέρον ενεργειακά από το πρώτο, το σενάριο 1 είναι πολύ πιο συμφέρον οικονομικά.

Το σενάριο 3 σε σχέση με το σενάριο 2 έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη τελική εξοικονόμηση ενέργειας και ταυτόχρονα ελαφρώς μικρότερο κόστος επένδυσης και μεγαλύτερα ετήσια έσοδα. Επομένως συμφέρει περισσότερο σε κάθε περίπτωση.

Συγκρίνοντας το σενάριο 1 με το σενάριο 3 παρατηρούμε πως το κόστος επένδυσης του σεναρίου 1 είναι μικρότερο κατά 28% . Όμως η εξοικονόμηση ενέργειας είναι μεγαλύτερη κατά 12%, ενώ η ετήσια εξοικονόμηση σε χρήματα είναι αυξημένη κατά 18%.

## 4.2. Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

### 4.2.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1.

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,930.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη B.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.2.1.1 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m2]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.90	1.50	1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.20	6.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	12.40	20.40	20.80	5.70	0.00	0.00	0.00	62.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.2.1.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.10	1.70	1.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	1.50	7.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	3.00	4.90	5.00	1.50	0.00	0.00	0.00	15.30
Ηλιακή ενέργεια για θέρμ. χώρων	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	1.90	2.00	2.00	1.80	1.50	1.20	1.10	18.70
Φωτισμός	3.00	2.70	3.00	2.90	3.00	2.90	3.00	3.00	2.90	3.00	2.90	3.00	35.40
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.70	1.80	2.40	2.70	3.10	3.30	3.50	3.40	2.90	2.50	1.90	1.60	30.80
Σύνολο	5.10	4.40	4.30	3.20	3.90	6.00	7.90	8.00	4.40	3.20	3.60	4.60	58.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.1.3 Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	24.00
Πετρέλαιο θέρμανσης	3.80
Ηλιακή ενέργεια	49.50
Σύνολο	58.60

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.1.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

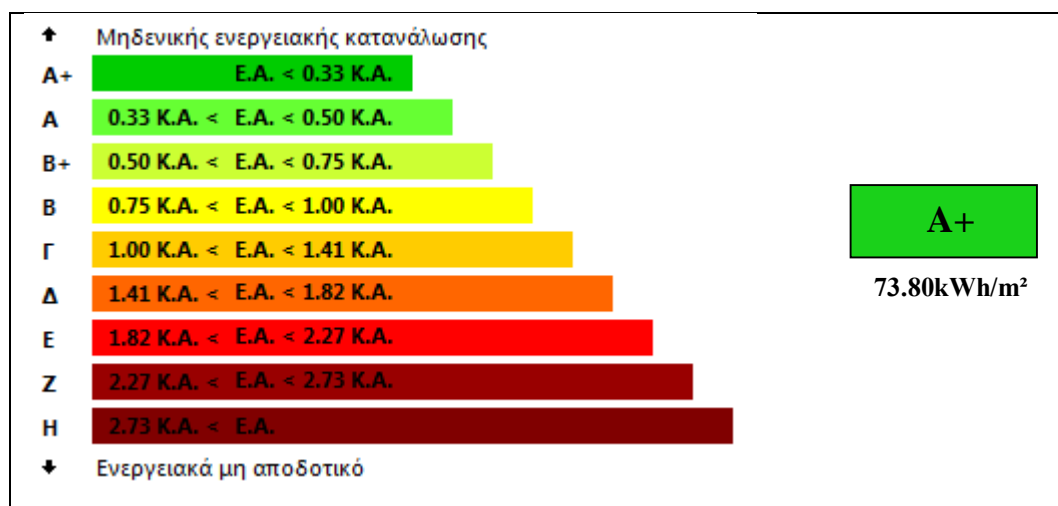
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	22.40	16.10
Ψύξη	85.50	44.30
Φωτισμός	133.20	102.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	89.30
Σύνολο	241.10	73.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.1.5 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	4.18	1.00
Ηλεκτρισμός	69.60	23.74
Σύνολο	73.78	24.74

## Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.2.1.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας Συμπύκνωσης	3450,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	3000,00
Ηλιακοί συλλέκτες	4320,00
Φωτοβολταικά	13200,00
Σύνολο Επένδυσης	23970,00

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.2.1.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	73,50	24,00	49,50	16684,47	0,151	2519,35
πετρέλαιο	11,10	3,80	7,30	2460,54	0,074	182,08
						2701,43

### 4.2.2. Σενάριο εξοικονόμησης 2.

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης

η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα οριζόντιων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω επάρκειας του περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέα κατασκευή κτιρίου εντάσσεται στην υποδομή του, για εξοικονόμηση χρημάτων.

- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας Β). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.2.2.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.90	1.50	1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.20	6.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	12.40	20.40	20.80	5.70	0.00	0.00	0.00	62.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.2.2.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	0.70	0.70	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	0.70	4.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	2.60	3.90	3.90	1.20	0.00	0.00	0.00	12.50
Φωτισμός	3.00	2.70	3.00	2.90	3.00	2.90	3.00	3.00	2.90	3.00	2.90	3.00	35.40
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	2.20	2.30	2.90	3.40	3.90	4.10	4.30	4.30	3.70	3.10	2.40	2.00	38.50
Σύνολο	3.70	3.40	3.70	3.20	3.80	5.50	6.90	7.00	4.10	3.20	3.60	3.70	52.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.2.3 Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	13.60
Ηλιακή ενέργεια	38.50
Σύνολο	52.00

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.2.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

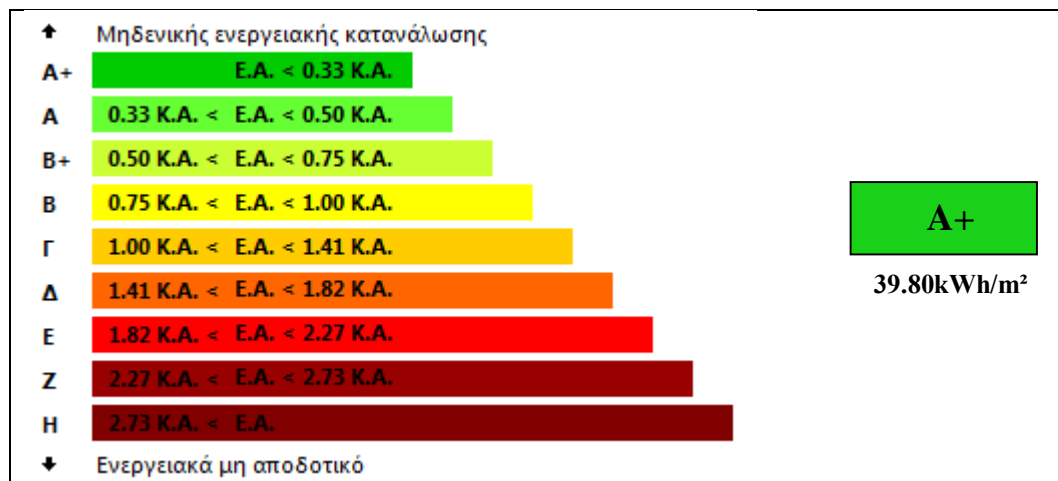
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	12.50	11.80
Ψύξη	85.60	36.10
Φωτισμός	133.20	102.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	110.90
Σύνολο	231.40	39.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.2.5 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	39.44	13.45
Σύνολο	39.44	13.45

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.2.2.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	8700,00
Τερματικές Μονάδες FCU	1680,00

Γεωεναλλάκτης	3000,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	3000,00
Φωτοβολταϊκά	16500,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>32880,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.2.2.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	73,50	13,60	59,90	20189,89	0,151	3048,67
πετρέλαιο	11,10	0,00	11,10	3741,37	0,074	276,86
						<b>3325,54</b>

### 4.2.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα οριζόντιων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω επάρκειας του περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέα κατασκευή κτίριο εντάσσεται στην υποδομή του, για εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Εγκατάσταση φωτιστικών LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 110lum/watt. Επειδή στα κτίρια με χρήση καταστημάτων και γραφείων το φορτίο φωτισμού είναι το κυριότερο, με αυτή την επέμβαση επιδιώκουμε τη δραστική μείωσή του.



### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.2.3.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.20	1.80	1.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.40	6.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	11.20	18.90	19.20	5.10	0.00	0.00	0.00	56.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.2.3.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	0.70	0.70	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	0.70	4.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	2.40	3.70	3.70	1.10	0.00	0.00	0.00	11.60
Φωτισμός	1.50	1.30	1.50	1.40	1.50	1.40	1.50	1.50	1.40	1.50	1.40	1.50	17.40
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.40	1.50	2.00	2.20	2.60	2.70	2.90	2.80	2.40	2.10	1.60	1.40	25.70
Σύνολο	2.20	2.00	2.20	1.70	2.20	3.90	5.10	5.20	2.50	1.70	2.10	2.20	33.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.3.3 Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	8.70
Ηλιακή ενέργεια	25.70
Σύνολο	33.10

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.3.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	12.50	11.80
Ψύξη	85.60	33.70
Φωτισμός	133.20	50.50

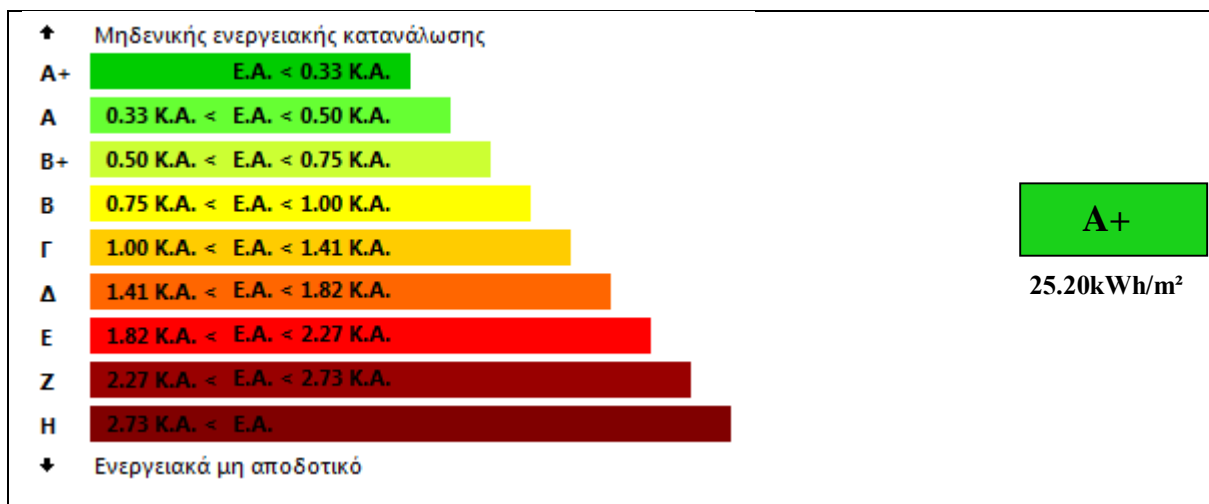
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	70.90
Σύνολο	231.40	25.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2.3.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	25.23	8.60
Σύνολο	25.23	8.60

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

### Πίνακας 4.2.3.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	8700,00
Τερματικές Μονάδες FCU	1680,00
Γεωεναλλάκτης	3000,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	3000,00
Λαμπτήρες LED υψηλής πυκνότητας φωτισμού	2313,00
Φωτοβολταϊκά	11000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>29693,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.2.3.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	73,50	8,70	64,80	21841,49	0,151	3298,06
πετρέλαιο	11,10	0,00	11,10	3741,37	0,074	276,86
						<b>3574,93</b>

#### 4.2.4. Συμπεράσματα.

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και τα σενάρια εξοικονόμησης. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές.

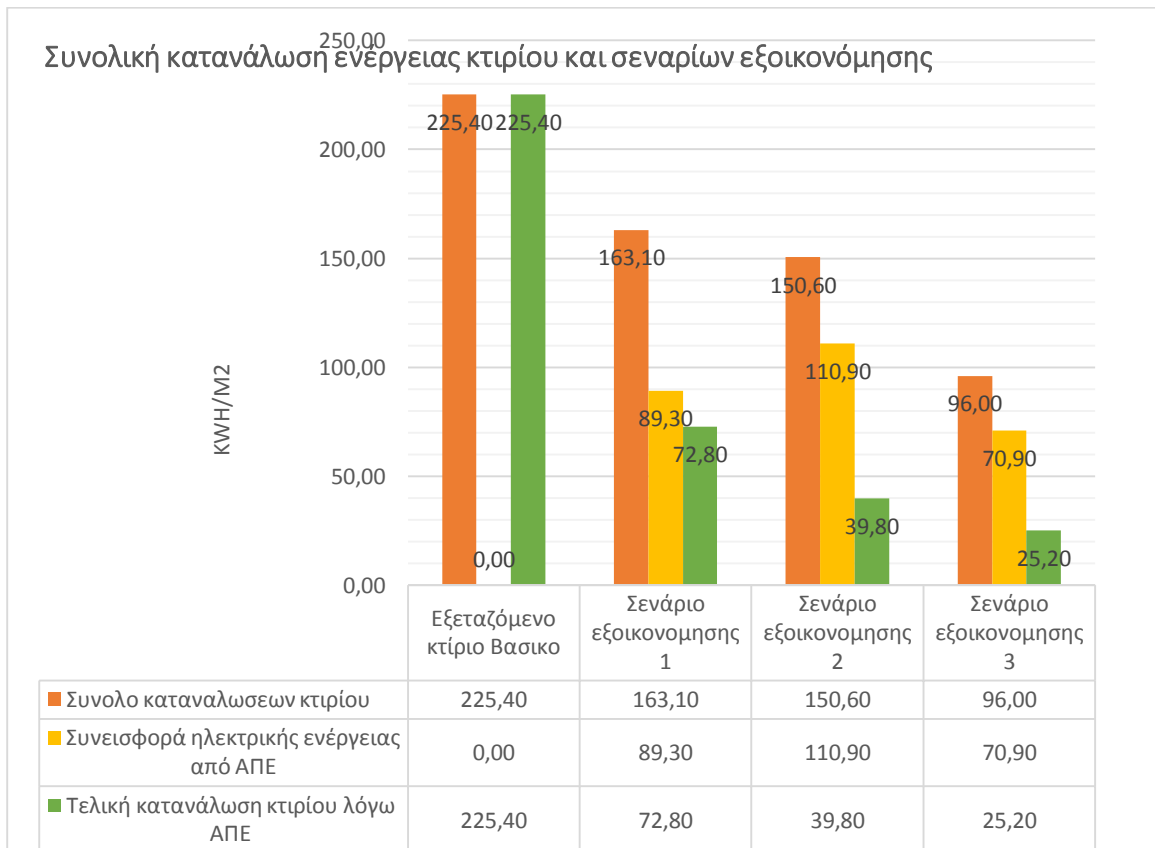
Πίνακας 4.2.4.1 Επεμβάσεις ανά σενάριο εξοικονόμησης

Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Λέβητας συμπίκνωσης πετρελαίου	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη.	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη.
Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση		Εγκατάσταση φωτιστικών LED υψηλής απόδοσης

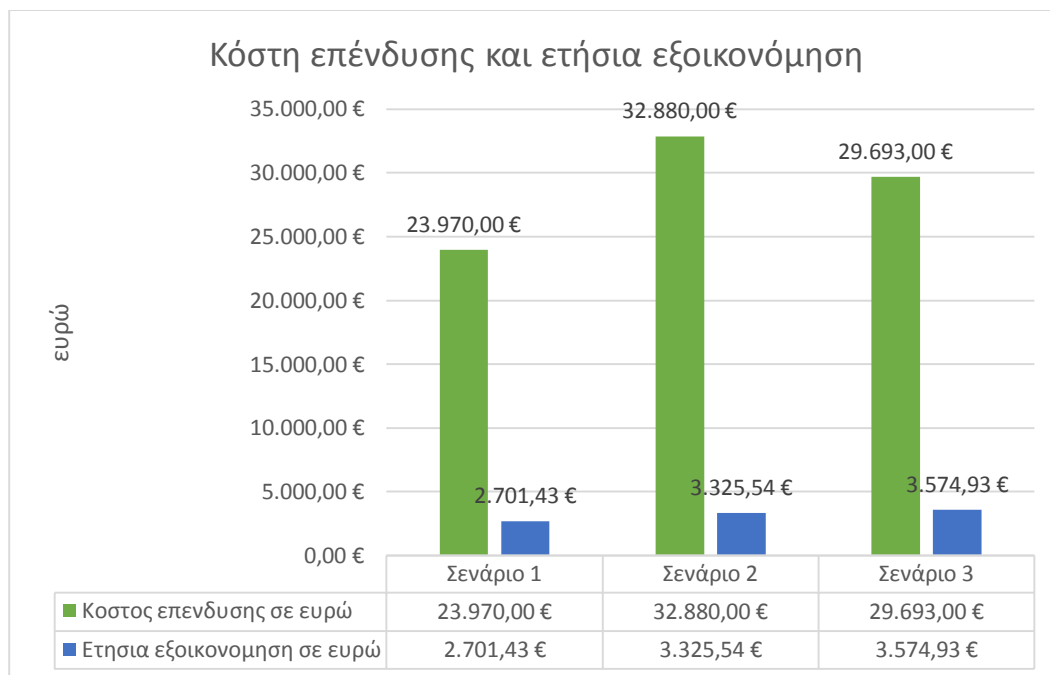
Διάγραμμα 4.2.4.1



Διάγραμμα 4.2.4.2



### Διάγραμμα 4.2.4.3



Στο σενάριο 1 εγκαταστάθηκαν αυτοματισμοί ελέγχου των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου ψύξης και θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο που μελετήθηκε στο κεφάλαιο 3. Επίσης σε αυτό το σενάριο εξετάστηκε η συμβολή στη μείωση του φορτίου θέρμανσης ενός λέβητα συμπύκνωσης με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης καθώς και η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συγκεκριμένου ενεργειακού συστήματος.

Αποτέλεσμα των παραπάνω ήταν η μείωση κατά 52% του φορτίου της ψύξης και κατά 37% του φορτίου της θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως η εξοικονόμηση στη θέρμανση αν και είναι το μικρότερο φορτίο στο κτίριο, είναι σημαντική καθώς για την παραγωγή της χρησιμοποιείται σαν καύσιμο το πετρέλαιο, το οποίο δεν μπορεί να αναπληρωθεί από κάποια ανανεώσιμη πηγή. Επίσης, η μείωση του φορτίου ψύξης οδηγεί σε μικρότερες ανάγκες ηλεκτρικού ρεύματος καθώς στο κτίριο χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας για την ψύξη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερη απαίτηση σε κάποια πιθανή εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος για κάλυψη των ίδιων αναγκών του κτιρίου.

Εκτός αυτού σε αυτό το σενάριο υπάρχει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη του υψηλού φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί ο φωτισμός του κτιρίου και δευτερευόντως το σύστημα ψύξης του. Η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου διαμορφώθηκε μειωμένη κατά 67% σε σχέση με το βασικό σενάριο και το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης με οριζόντιο γεωεναλλάκτη, λόγω επάρκειας χώρου στον περιβάλλοντα του κτιρίου. Σε συνδυασμό με την εγκατάσταση αυτοματισμών ελέγχου σε θέρμανση και ψύξη επετεύχθη εξοικονόμηση ενέργειας στα παραπάνω φορτία κατά 54% και 60% αντίστοιχα.

Για την κάλυψη μεγάλου μέρους των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα, καθώς αυτό χρησιμοποιείται σε θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, επιλέχθηκε η εγκατάσταση συστήματος φωτοβολταϊκών συλλεκτών στο δάμα του κτιρίου. Η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου σε σχέση με το βασικό σενάριο μειώθηκε τελικά κατά 82% και το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 τοποθετήθηκε εκ νέου γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη για την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη και θέρμανση, καθώς και αυτοματισμοί ελέγχου των Η/Μ συστημάτων του κτιρίου. Επίσης, για την μείωση της κατανάλωσης των συστημάτων φωτισμού, που αποτελούν το σημαντικότερο φορτίο στο βασικό κτίριο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση λαμπτήρων LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 110 lum/watt. Σε σχέση με το βασικό κτίριο επέφεραν μείωση στο φορτίο φωτισμού περίπου κατά 50%. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την επιλογή φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μικρότερης έκτασης και παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη μεγαλύτερου ποσοστού των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με τα προηγούμενα σενάρια εξοικονόμησης. Η τελική κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου 3 είναι μειωμένη σε σχέση με το βασικό σενάριο περίπου κατά 88% και κατατάσσεται μετά τις παρεμβάσεις στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Όπως παρατηρούμε στα διαγράμματα 4.2.4.2 και 4.2.4.3, το κόστος της επένδυσης στο σενάριο 1 είναι μικρότερο κατά 28% σε σχέση με το σενάριο 2 και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι κατά 15% επιπλέον σε σχέση με το βασικό κτίριο. Επίσης, η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων στο σενάριο 2 σε σχέση με το σενάριο 1 είναι κατά 23% μεγαλύτερη. Επομένως, παρ' όλο που το δεύτερο σενάριο είναι πιο συμφέρον ενεργειακά από το πρώτο, το σενάριο 1 είναι πιο συμφέρον οικονομικά.

Το σενάριο 3 σε σχέση με το σενάριο 2 έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη τελική εξοικονόμηση ενέργειας και ταυτόχρονα μικρότερο κόστος επένδυσης και μεγαλύτερα ετήσια έσοδα. Επομένως συμφέρει περισσότερο σε κάθε περίπτωση.

Συγκρίνοντας το σενάριο 1 με το σενάριο 3 παρατηρούμε πως το κόστος επένδυσης του σεναρίου 1 είναι μικρότερο κατά 19%. Όμως η εξοικονόμηση ενέργειας του σεναρίου 3 σε σχέση με το σενάριο 1 είναι κατά 21% επιπλέον σε σχέση με το βασικό κτίριο ενώ η ετήσια εξοικονόμηση σε χρήματα στο σενάριο 3 είναι αυξημένη κατά 29% σε σύγκριση με το σενάριο 1.

### **4.3. Ισόγειο κτίριο καταστήματος**

#### **4.3.1. Σενάριο εξοικονόμησης 1**

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,930.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της

ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου και την εξοικονόμηση καυσίμου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.3.1.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.10	5.00	3.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	4.50	21.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	18.50	32.30	32.10	7.20	0.00	0.00	0.00	93.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.3.1.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.10	5.90	4.80	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	2.80	5.70	29.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	4.40	6.90	6.90	2.50	0.00	0.00	0.00	22.60
Ηλιακή ενέργεια για θέρμ. χώρων	1.70	1.70	2.20	2.40	2.80	2.90	3.00	3.10	2.70	2.30	1.80	1.60	28.20
Φωτισμός	1.50	1.40	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	18.10
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	2.50	2.60	3.30	3.80	4.40	4.60	4.90	4.80	4.10	3.50	2.70	2.30	43.60
Σύνολο	8.70	7.30	6.40	2.90	3.40	5.90	8.40	8.40	4.00	2.80	4.20	7.20	69.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.1.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	14.60
Πετρέλαιο θέρμανσης	15.80

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλιακή ενέργεια	71.70
Σύνολο	69.70

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.1.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

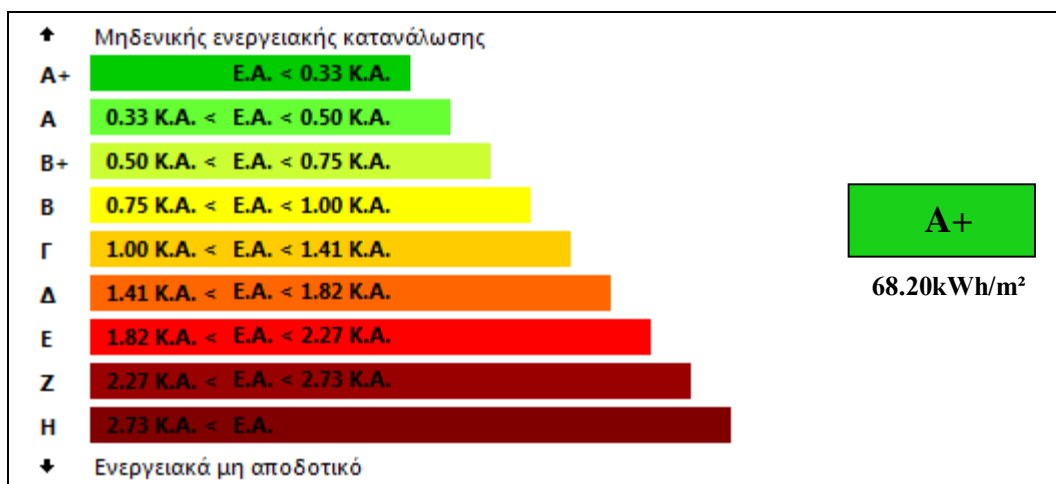
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	27.00	55.90
Ψύξη	108.70	65.50
Φωτισμός	133.20	52.40
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	105.70
Σύνολο	269.00	68.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.1.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο:

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	17.38	4.17
Ηλεκτρισμός	42.34	14.44
Σύνολο	59.72	18.61

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.





Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.3.1.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας Συμπύκνωσης	1150,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	1500,00
Ηλιακοί συλλέκτες	1920,00
Φωτοβολταϊκά	5500,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>10070,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.3.1.16. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m2	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	69,90	14,60	55,30	5490,18	0,151	829,02
πετρέλαιο	41,10	15,80	25,30	2511,78	0,074	185,87
						<b>1014,89</b>

#### 4.3.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση τοπικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας Β). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δάμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.3.2.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.10	5.00	3.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	4.50	21.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	18.50	32.30	32.10	7.20	0.00	0.00	0.00	93.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική καταπόληση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική καταπόληση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.3.2.2. Τελική καταπόληση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική καταπόληση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.50	2.10	2.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.50	2.10	12.70
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	3.90	5.90	5.80	2.20	0.00	0.00	0.00	19.60
Φωτισμός	1.50	1.40	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	18.10
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	2.50	2.60	3.30	3.80	4.40	4.60	4.90	4.80	4.10	3.50	2.70	2.30	43.60
Σύνολο	4.00	3.50	3.50	2.80	3.30	5.30	7.40	7.40	3.70	2.80	3.00	3.70	50.40

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.2.3. Καταπόληση ανά καύσιμο

Καταπόληση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	14.90
Ηλιακή ενέργεια	43.60
Σύνολο	50.40

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.2.4. Καταπόληση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Καταπόληση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	10.30	36.90
Ψύξη	108.70	56.80
Φωτισμός	133.20	52.40
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	99.40
Σύνολο	252.20	46.90

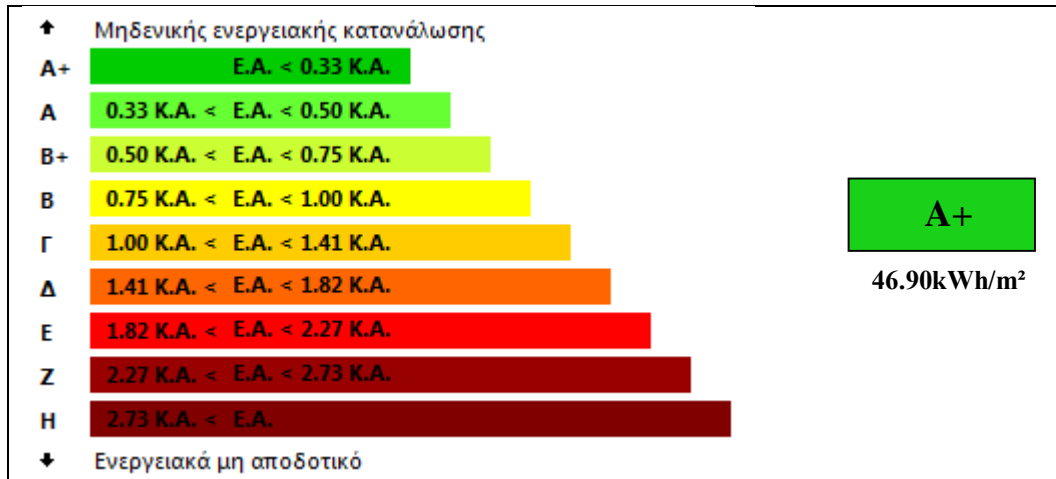
Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.2.5. Καταπόληση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Καταπόληση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	43.21	14.74

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Σύνολο	43.21	14.74

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.3.2.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	4495,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	1500,00
Φωτοβολταϊκά	5500,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>11495,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.3.2.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	69,90	14,90	55,00	5460,40	0,151	824,52
πετρέλαιο	41,10	0,00	41,10	4080,41	0,074	301,95
						<b>1126,47</b>

### 4.3.3. Σενάριο εξοικονόμησης 3

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση τοπικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.

- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Εγκατάσταση φωτιστικών LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 110lum/watt. Επειδή στα κτίρια με χρήση καταστημάτων και γραφείων το φορτίο φωτισμού είναι το κυριότερο, με αυτή την επέμβαση επιδιώκουμε τη δραστική μείωσή του.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.3.3.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.30	5.20	3.80	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	4.70	21.60
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	17.80	31.50	31.40	6.90	0.00	0.00	0.00	91.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.3.3.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.50	2.20	2.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.50	2.20	12.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	3.80	5.80	5.70	2.20	0.00	0.00	0.00	19.20
Φωτισμός	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	9.20
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	2.00	2.10	2.70	3.00	3.50	3.70	3.90	3.90	3.30	2.80	2.20	1.90	34.90
Σύνολο	3.30	2.90	2.80	2.10	2.50	4.50	6.50	6.50	3.00	2.00	2.20	3.00	41.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.3.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο: Εμπορίου

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	14.90
Ηλιακή ενέργεια	34.90
Σύνολο	41.30

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.3.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

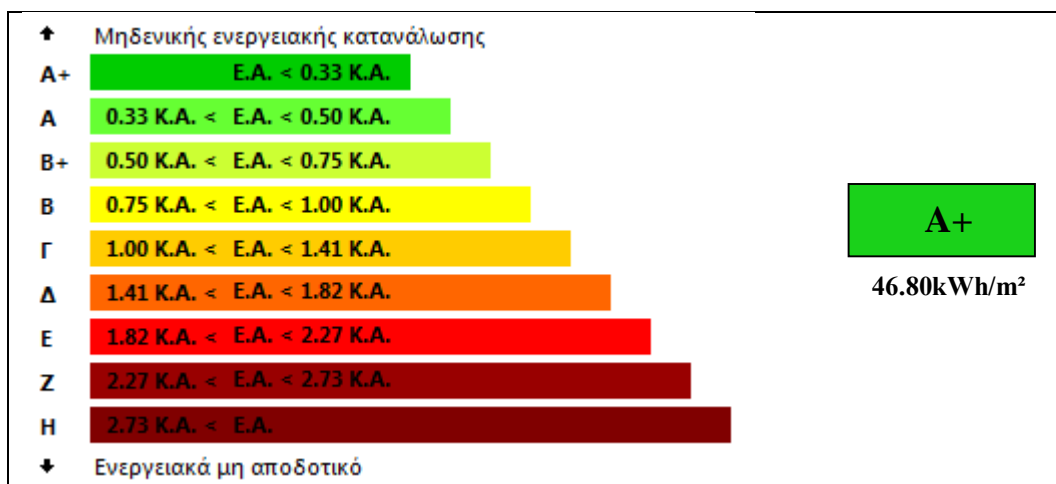
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	10.30	37.30
Ψύξη	108.70	55.80
Φωτισμός	133.20	26.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	73.10
Σύνολο	252.20	46.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.3.3.5 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	43.21	14.74
Σύνολο	43.21	14.74

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.3.3.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	4495,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου	1500,00
Λαμπτήρες LED υψηλής πυκνότητας φωτισμού	342,00
Φωτοβολταϊκά	4400,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>10.737,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

#### Πίνακας 4.3.3.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου υ €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	69,90	14,90	55,00	5460,40	0,151	824,52
πετρέλαιο	41,10	0,00	41,10	4080,41	0,074	301,95
						<b>1.126,47</b>

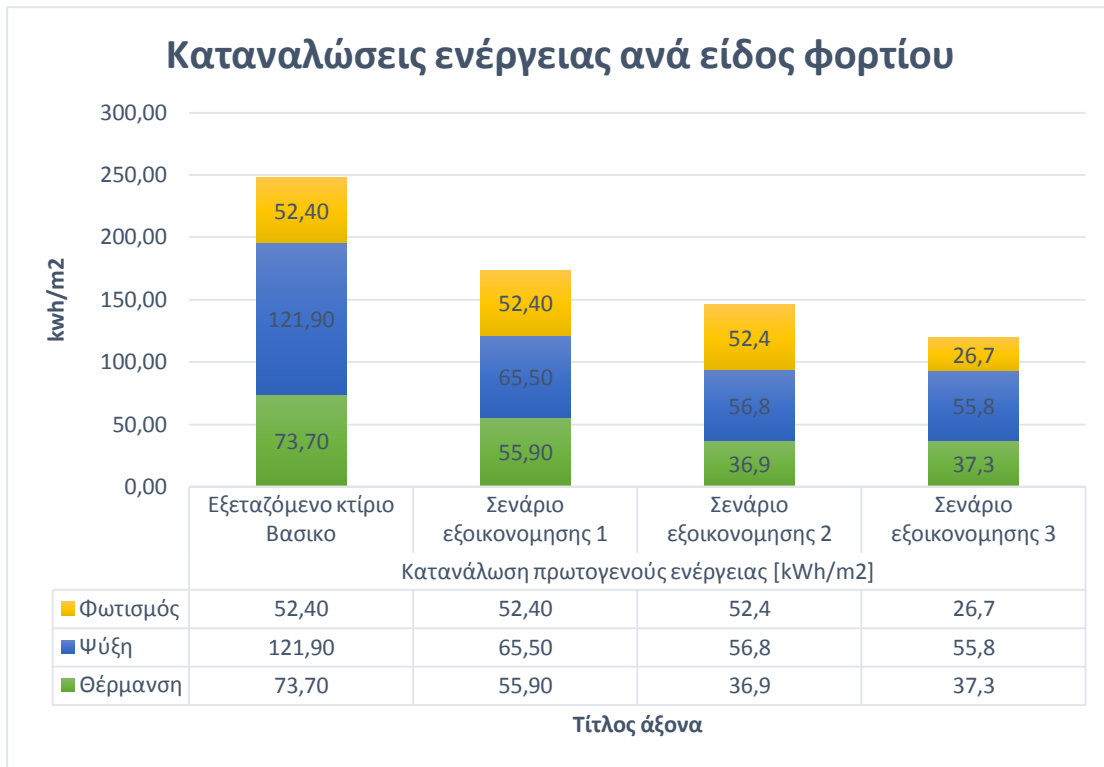
#### 4.3.4. Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και τα σενάρια εξοικονόμησης. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές.

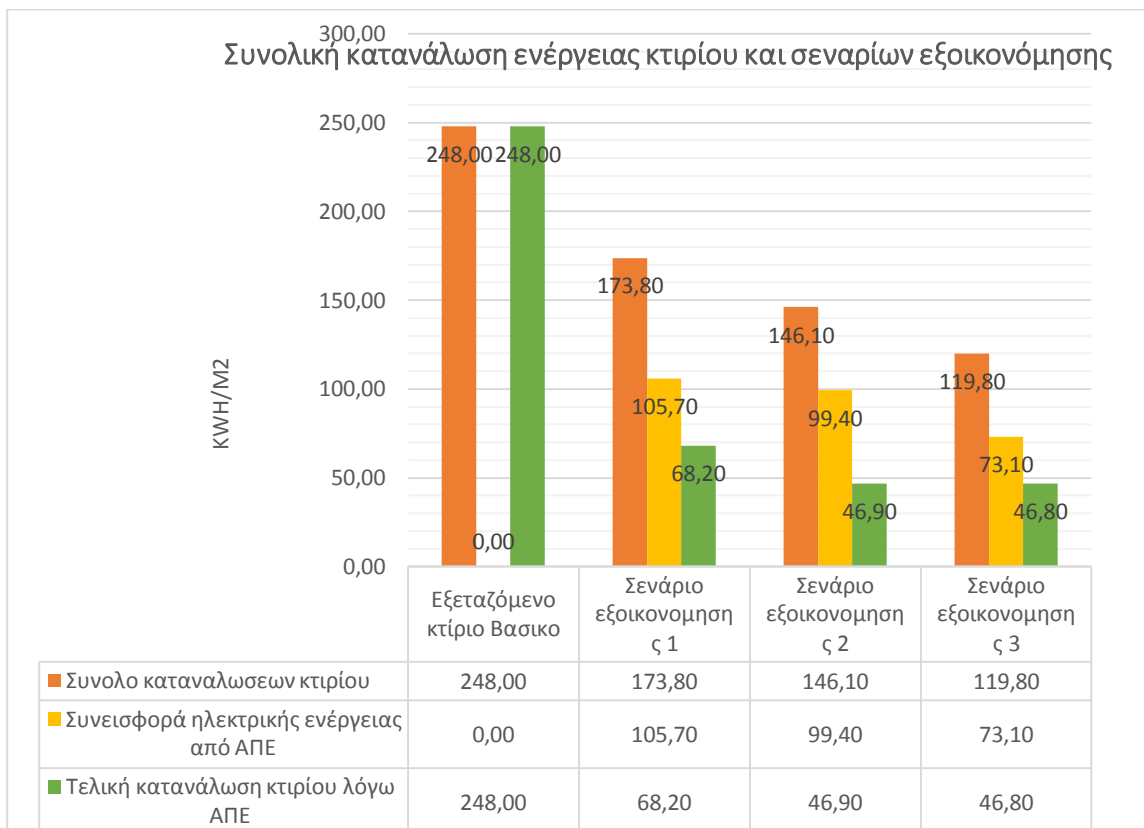
#### Πίνακας 4.3.4.1 Επεμβάσεις ανά σενάριο εξοικονόμησης

Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου	Τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας	Τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας
Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης, και ψύξης.
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση		Εγκατάσταση φωτιστικών LED υψηλής απόδοσης

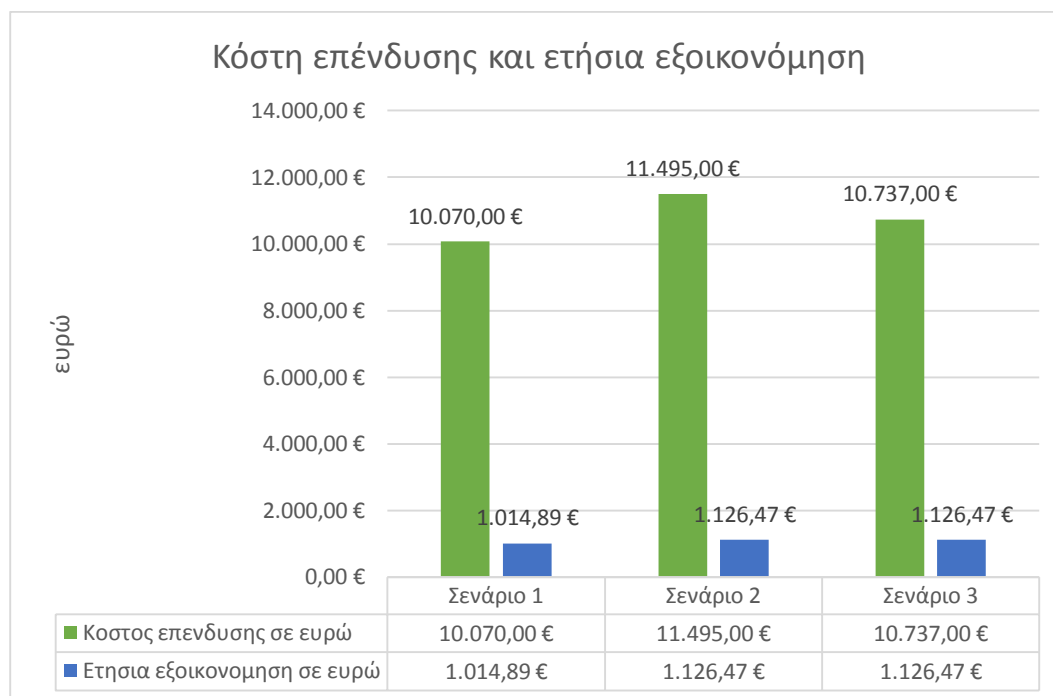
Διάγραμμα 4.3.4.1



Διάγραμμα 4.3.4.2



Διάγραμμα 4.3.4.3



Στο σενάριο 1 εγκαταστάθηκαν αυτοματισμοί ελέγχου των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου ψύξης και θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο που μελετήθηκε στο κεφάλαιο 3. Επίσης σε αυτό το σενάριο εξετάστηκε η συμβολή στη μείωση του φορτίου θέρμανσης ενός λέβητα συμπύκνωσης με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης καθώς και η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συγκεκριμένου ενεργειακού συστήματος.

Αποτέλεσμα των παραπάνω ήταν η μείωση κατά 46% του φορτίου της ψύξης και κατά 24% του φορτίου της θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως η εξοικονόμηση στη θέρμανση αν και είναι το μικρότερο φορτίο στο κτίριο, είναι σημαντική καθώς για την παραγωγή της χρησιμοποιείται σαν καύσιμο το πετρέλαιο, το οποίο δεν μπορεί να αναπληρωθεί από κάποια ανανεώσιμη πηγή. Επίσης, η μείωση του φορτίου ψύξης οδηγεί σε μικρότερες ανάγκες ηλεκτρικού ρεύματος καθώς στο κτίριο χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας για την ψύξη.

Εκτός αυτού σε αυτό το σενάριο υπάρχει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη του υψηλού φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί το σύστημα ψύξης του κτιρίου και δευτερευόντως το σύστημα φωτισμού του. Η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου διαμορφώθηκε μειωμένη κατά 72% σε σχέση με το βασικό σενάριο και το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης εγκαταστάθηκαν τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας με υψηλούς συντελεστές COP και EER αντίστοιχα. Σε συνδυασμό με την εγκατάσταση αυτοματισμών ελέγχου σε θέρμανση και ψύξη επετεύχθη εξοικονόμηση ενέργειας στα παραπάνω φορτία κατά 50% και 53% αντίστοιχα.



Για την κάλυψη μεγάλου μέρους των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα, καθώς αυτό χρησιμοποιείται σε θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, επιλέχθηκε η εγκατάσταση συστήματος φωτοβολταϊκών συλλεκτών στο δάμα του κτιρίου. Η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου σε σχέση με το βασικό σενάριο μειώθηκε τελικά κατά 81% και το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 τοποθετήθηκε εκ νέου σύστημα με τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας για την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη και θέρμανση, καθώς και αυτοματισμοί ελέγχου των H/M συστημάτων του κτιρίου. Επίσης, για την μείωση της κατανάλωσης των συστημάτων φωτισμού, που αποτελούν ένα σημαντικό φορτίο στο βασικό κτίριο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση λαμπτήρων LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 110 lum/watt. Σε σχέση με το βασικό κτίριο επέφεραν μείωση στο φορτίο φωτισμού περίπου κατά 50%. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την επιλογή φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μικρότερης έκτασης και παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη μεγαλύτερου ποσοστού των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με τα προηγούμενα σενάρια εξοικονόμησης. Η τελική κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου 3 είναι μειωμένη σε σχέση με το βασικό σενάριο περίπου κατά 81% και κατατάσσεται μετά τις παρεμβάσεις στην κατηγορία A<sup>+</sup>.

Όπως παρατηρούμε στα διαγράμματα 4.3.4.2 και 4.2.4.3, το κόστος της επένδυσης στο σενάριο 1 είναι μικρότερο κατά 13% σε σχέση με το σενάριο 2 και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι κατά 9% επιπλέον σε σχέση με το βασικό κτίριο. Επίσης, η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων στο σενάριο 2 σε σχέση με το σενάριο 1 είναι κατά 9% μεγαλύτερη. Το δεύτερο σενάριο είναι πιο συμφέρον ενεργειακά από το πρώτο. Το σενάριο 1 είναι πιο συμφέρον οικονομικά από το σενάριο 2 σε σχέση με το κόστος της αρχικής επένδυσης αλλά ταυτόχρονα το σενάριο 2 οδηγεί σε μεγαλύτερη ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων.

Το σενάριο 3 σε σχέση με το σενάριο 2 έχει ως αποτέλεσμα περίπου ίδια τελική εξοικονόμηση ενέργειας και ταυτόχρονα μικρότερο κόστος επένδυσης με όμοια ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων. Επομένως συμφέρει περισσότερο.

Συγκρίνοντας το σενάριο 1 με το σενάριο 3 παρατηρούμε πως το κόστος επένδυσης του σεναρίου 1 είναι μικρότερο κατά 6,5%. Όμως η εξοικονόμηση ενέργειας του σεναρίου 3 σε σχέση με το σενάριο 1 είναι κατά 9% επιπλέον σε σχέση με το βασικό κτίριο ενώ η ετήσια εξοικονόμηση σε χρήματα στο σενάριο 3 είναι αυξημένη κατά 9% σε σύγκριση με το σενάριο 1. Επομένως το σενάριο 3 δείχνει να είναι πιο συμφέρουσα λύση.

## **4.4. Πενταώροφο κτίριο πολυκατοικίας με πιλοτή**

### **4.4.1. Σενάριο εξοικονόμησης 1**

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της

άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.4.1.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.20	7.20	5.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	7.10	31.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	11.90	10.70	2.00	0.00	0.00	0.00	33.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	17.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.4.1.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.60	2.10	1.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	2.10	9.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.10	1.60	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	4.60
ZNX	0.60	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	2.10
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.30	1.30	1.70	1.90	2.10	2.20	2.30	2.30	2.20	1.90	1.40	1.20	21.80
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.60	1.70	2.30	2.60	3.00	3.20	3.40	3.30	2.90	2.30	1.70	1.40	29.40
Σύνολο	3.30	2.50	1.80	0.20	0.20	1.10	1.60	1.50	0.30	0.00	1.10	2.70	16.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

#### Πίνακας 4.4.1.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο

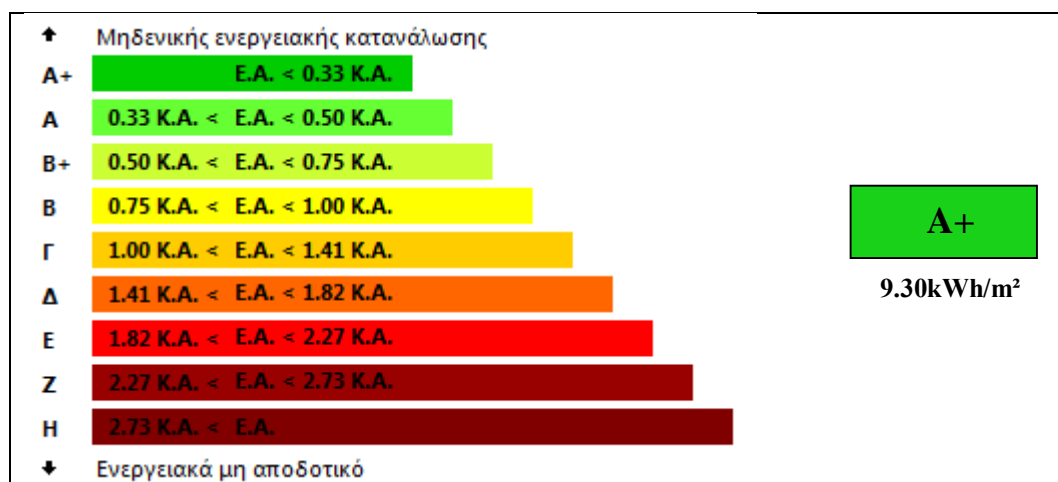
Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλιακή ενέργεια	51.20
Σύνολο	16.30

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

#### Πίνακας 4.4.1.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	29.20	27.60
Ψύξη	21.80	13.40
ZNX	20.70	6.10
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	37.80
Σύνολο	71.70	9.30

#### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

#### Πίνακας 4.4.1.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	19.836,00
Τερματικές Μονάδες FCU	3.500,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	1.500,00
Ηλιακοί συλλέκτες	2.860,00
Φωτοβολταικά	27.000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>54.696,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.4.1.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου € /kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	7,40	0,00	7,40	5416,28	0,162	877,44
πετρέλαιο	55,80	0,00	55,80	40841,69	0,074	3.022,29
						<b>3.899,72</b>

#### 4.4.2. Σενάριο εξοικονόμησης 2

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα κατακόρυφων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω σχετικά μικρού περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέο κτίριο εντάσσεται στην υποδομή του για εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας
- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη B.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.4.2.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.20	7.20	5.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	7.10	31.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	11.90	10.70	2.00	0.00	0.00	0.00	33.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	17.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.4.2.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.10	1.70	1.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.70	7.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	1.30	1.20	0.20	0.00	0.00	0.00	3.80
ZNX	0.60	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	2.10
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.30	1.30	1.70	1.90	2.10	2.20	2.30	2.30	2.20	1.90	1.40	1.20	21.80
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.10	1.20	1.60	1.90	2.20	2.30	2.40	2.30	2.00	1.60	1.20	1.00	20.70
Σύνολο	2.80	2.20	1.50	0.20	0.10	0.90	1.30	1.20	0.20	0.00	1.00	2.40	13.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.4.2.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλιακή ενέργεια	42.50
Σύνολο	13.70

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.4.2.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

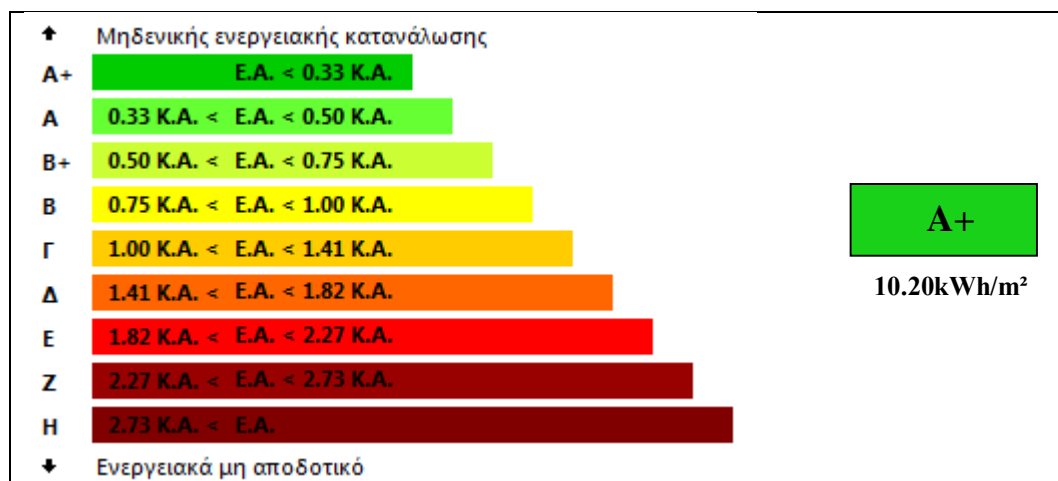
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	29.20	22.70
Ψύξη	21.80	10.90
ZNX	20.70	6.10
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	29.50
Σύνολο	71.70	10.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.4.2.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Σύνολο	-	-

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.4.2.6 Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	19.488,00
Τερματικές Μονάδες FCU	3.500,00
Γεωεναλλάκτης	16.800,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	1.500,00
Ηλιακοί συλλέκτες	2.860,00
Φωτοβολταϊκά	18.000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>62.148,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.4.2.7 Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kWh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kWh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kWh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kWh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	7,40	0,00	7,40	5416,28	0,162	877,44
πετρέλαιο	55,80	0,00	55,80	40841,69	0,074	3.022,29
						<b>3.899,72</b>

#### 4.4.3. Σενάριο εξοικονόμησης 3

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,930.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX καθώς και για ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη B.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.4.3.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.20	7.20	5.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	7.10	31.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	11.90	10.70	2.00	0.00	0.00	0.00	33.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80	17.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.4.3.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.80	6.80	4.50	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	6.80	28.70
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.80	1.30	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	3.50
Ηλιακή ενέργεια για θέρμ. χώρων	1.30	1.30	1.70	1.80	2.10	2.10	2.20	2.30	2.10	1.80	1.30	1.20	21.20

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
ZNX	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	2.10	2.10	2.80	3.00	3.40	3.50	3.70	3.70	3.50	3.00	2.20	1.90	34.80
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0.60	0.70	0.90	1.00	1.20	1.30	1.30	1.30	1.10	0.90	0.60	0.50	11.50
Σύνολο	8.90	6.80	4.50	0.10	0.10	0.80	1.30	1.10	0.20	0.00	1.80	7.00	32.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.4.3.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Πετρέλαιο θέρμανσης	27.60
Ηλιακή ενέργεια	67.60
Σύνολο	32.60

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.4.3.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	46.70	34.20
Ψύξη	21.80	10.30
ZNX	20.70	0.40
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	15.60
Σύνολο	89.20	29.20

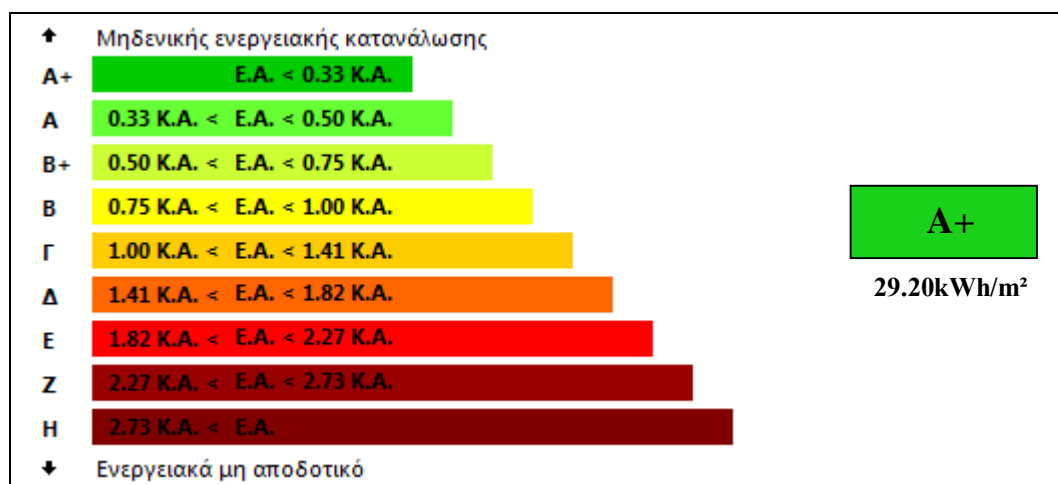
Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.4.3.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	30.36	7.29
Σύνολο	30.36	7.29



## Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.4.3.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας Συμπύκνωσης	4300,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	2000,00
Ηλιακοί συλλέκτες	6380,00
Φωτοβολταϊκά	10000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>22680,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.4.3.7 Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	7,40	0,00	7,40	5416,28	0,162	877,44
πετρέλαιο	55,80	27,60	28,20	20640,43	0,074	1.527,39
						<b>2.404,83</b>

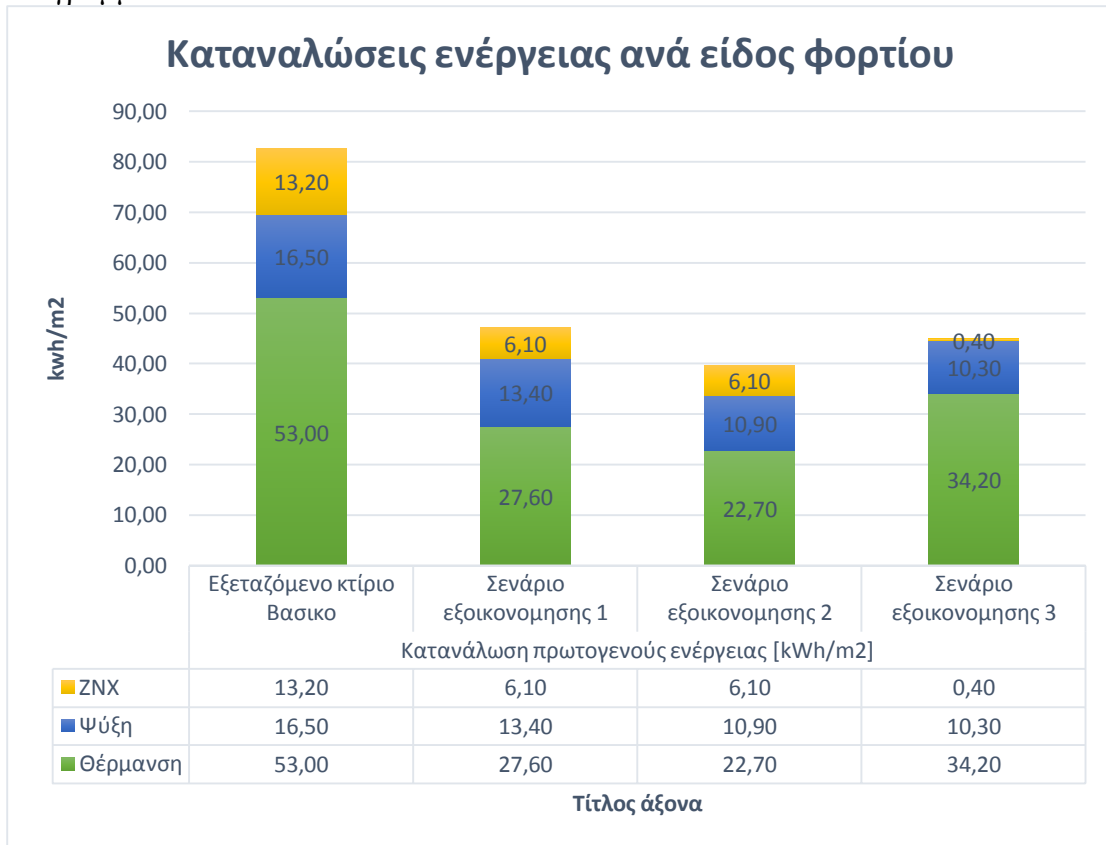
### 4.4.4. Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και τα σενάρια εξοικονόμησης. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές.

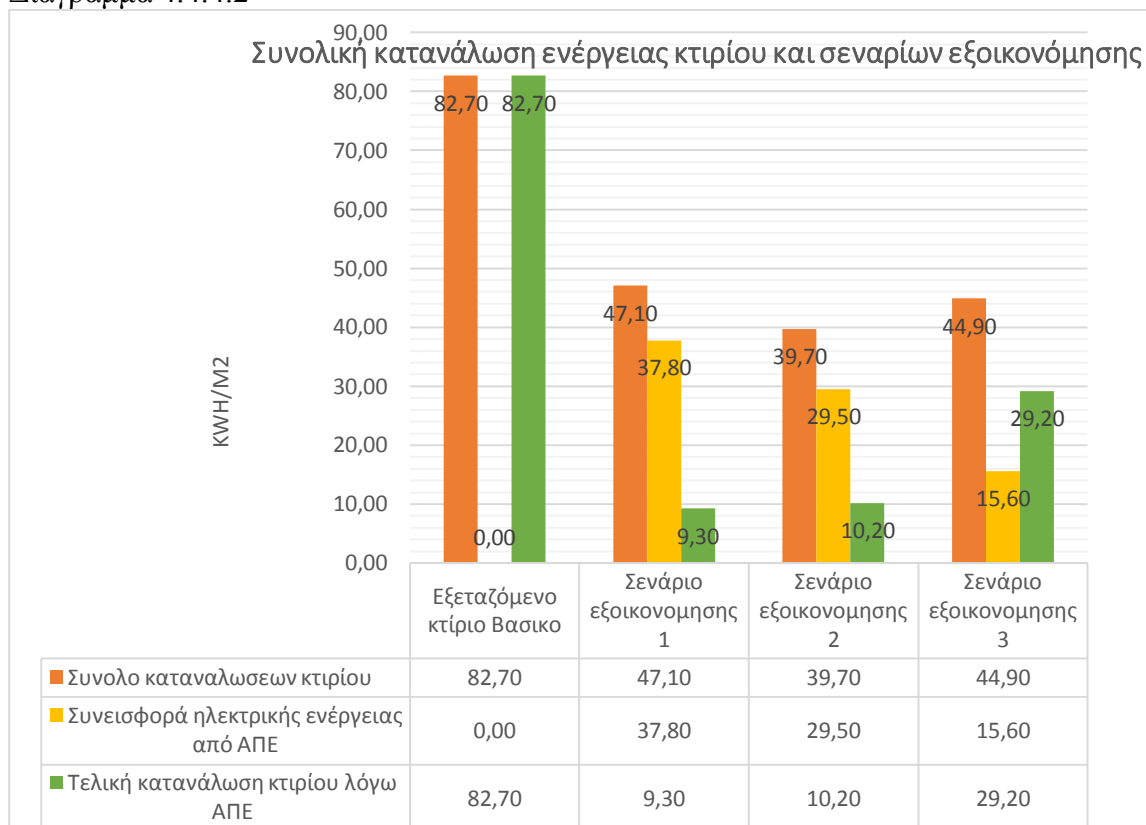
Πίνακας 4.6.4.1 Επεμβάσεις ανά σενάριο εξοικονόμησης

Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη.	Λέβητας συμπίκνωσης πετρελαίου
Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για ZNX	Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για ZNX	Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών για θέρμανση και ZNX

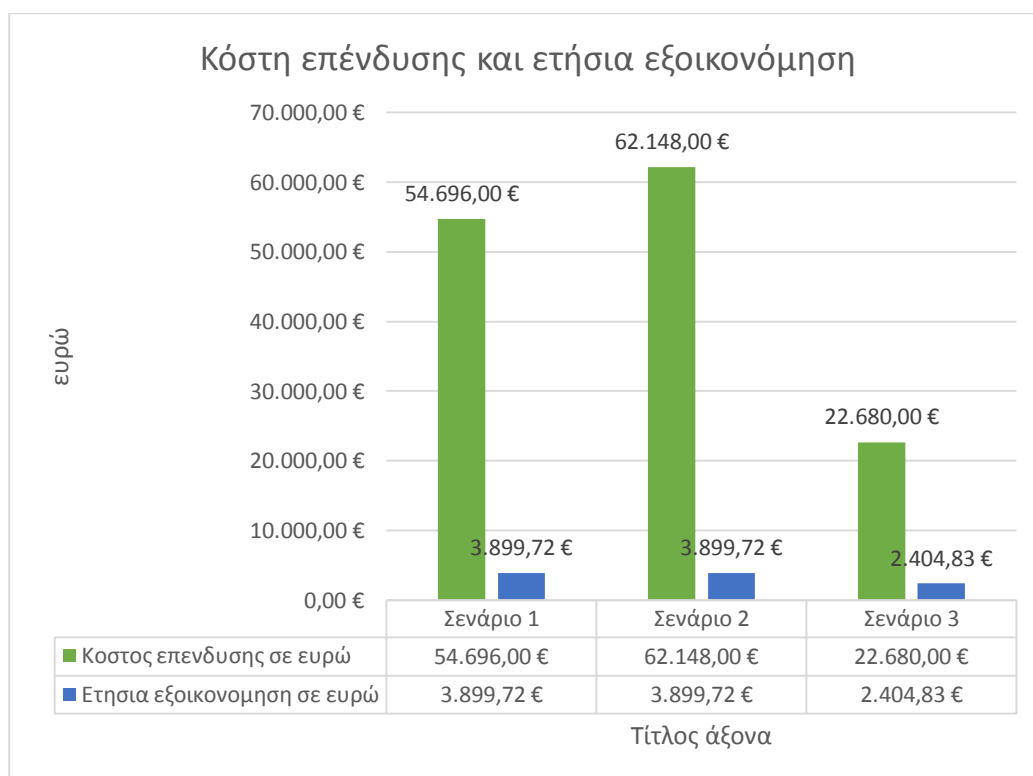
Διάγραμμα 4.4.4.1



Διάγραμμα 4.4.4.2



Διάγραμμα 4.4.4.3



Το σημαντικότερο φορτίο του βασικού κτιρίου όπως διαπιστώθηκε από το προηγούμενο κεφάλαιο είναι η θέρμανση. Στο σενάριο εξοικονόμησης 1 με την εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας καθώς και διατάξεων αυτόματου ελέγχου του συστήματος ψύξης και θέρμανσης επετεύχθη μείωση του φορτίου θέρμανσης κατά 48% και του φορτίου ψύξης κατά 19%. Η αύξηση της επιφάνειας της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών οδήγησε σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης κατά 54%.

Η συνολική κατανάλωση των φορτίων του κτιρίου μειώθηκε κατά 43%. Ταυτόχρονα με την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος και τη συνεισφορά του στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου, η τελική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε συνολικά κατά 88%, κατατάσσοντάς το στην ενεργειακή κλάση A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης. Σε συνδυασμό με τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου επετεύχθη μείωση των παραπάνω φορτίων κατά 57% και κατά 34% αντίστοιχα.

Η αύξηση της επιφάνειας της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στις κατοικίες οδήγησε σε μείωση του παραπάνω φορτίου σε σχέση με το βασικό σενάριο κατά 43% και σε αυτήν την περίπτωση.

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας των φορτίων του κτιρίου μειώθηκε κατά 52%. Για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια σε αυτό το σενάριο τοποθετήθηκε φωτοβολταϊκό σύστημα μικρότερης επιφάνειας σε σχέση με του σεναρίου 1, καθώς λόγω των συστημάτων που τοποθετήθηκαν, το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο είναι μικρότερο. Με τη συμβολή και του φωτοβολταϊκού συστήματος, η τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μειώθηκε κατά συνολικά κατά 88% σε σχέση με το βασικό σενάριο, κατατάσσοντας το κτίριο στην ενεργειακή κλάση A<sup>+</sup>.

Στο σενάριο 3, για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης, το οποίο όπως προαναφέραμε είναι το μεγαλύτερο στο εξεταζόμενο κτίριο, τοποθετήθηκε λέβητας συμπίκνωσης υψηλού βαθμού απόδοσης. Σε συνδυασμό με τις διατάξεις αυτόματου ελέγχου και την αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση στο παραπάνω φορτίο κατά 35%.

Για τη μείωση του φορτίου ψύξης τοποθετήθηκαν τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας ανά κατοικία υψηλού δείκτη αποδοτικότητας EER με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου κατά 38% σε σχέση με το αρχικό κτίριο. Η αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών συνέβαλε επίσης στη μείωση του φορτίου κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα.

Αθροιστικά, η κατανάλωση ενέργειας από τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και ZNX του κτιρίου μειώθηκε κατά 45%. Με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο ισοζύγιο του κτιρίου μειώθηκε εκ νέου κατά 18,9% και έτσι η τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μειώθηκε συνολικά κατά 65% σε σχέση με το βασικό σενάριο.

Το κόστος επένδυσης του σεναρίου 1 είναι κατά 12% μικρότερο σε σχέση με το σενάριο 2 ενώ η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας βρίσκεται στα ίδια επίπεδα. Επομένως, το σενάριο 1 αποτελεί σίγουρα πιο συμφέρουσα λύση από το σενάριο 2.

Το σενάριο 3 είναι κατά 58% οικονομικότερο σε σχέση με το σενάριο 1 ως προς το κόστος επένδυσης. Ταυτόχρονα όμως, οδηγεί σε μικρότερη ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων

κατά 38% σε σχέση με το σενάριο 1 και μικρότερη εξοικονόμηση ενέργειας κατά 23% σε σχέση με το βασικό κτίριο. Επομένως το σενάριο 3 δείχνει να συμφέρει λιγότερο ενεργειακά αλλά περισσότερο οικονομικά.

## 4.5. Διώροφο κτίριο διπλοκατοικίας με πιλοτή

### 4.5.1. Σενάριο εξοικονόμησης 1

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,930.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX καθώς και για ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.5.1.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.40	9.00	6.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	8.90	39.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.80	13.50	12.20	2.20	0.00	0.00	0.00	37.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	1.10	1.40	1.60	1.80	17.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.5.1.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.70	7.30	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	7.40	30.70
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.10	1.70	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	4.70
Ηλιακή ενέργεια για θέρμ. χώρων	2.40	2.40	3.10	3.40	3.80	3.90	4.20	4.20	3.90	3.30	2.50	2.20	39.30
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	3.90	4.00	5.10	5.60	6.20	6.50	6.80	6.90	6.40	5.50	4.10	3.60	64.50
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0.80	0.80	1.10	1.30	1.50	1.60	1.60	1.60	1.40	1.10	0.80	0.70	14.20
Σύνολο	9.70	7.30	4.50	0.10	0.10	1.10	1.70	1.50	0.30	0.00	1.70	7.50	35.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.1.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Πετρέλαιο θέρμανσης	29.80
Ηλιακή ενέργεια	118.00
Σύνολο	35.50

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.1.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

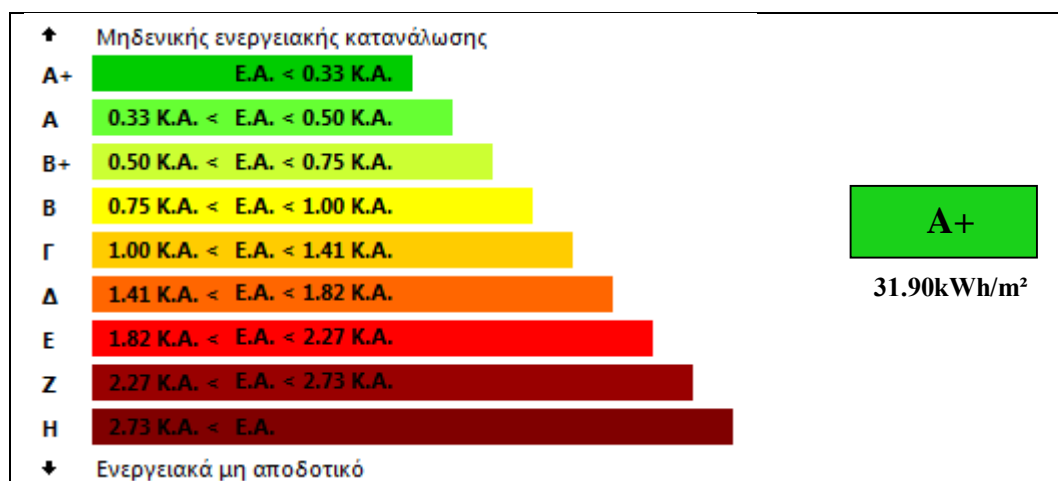
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	60.50	35.40
Ψύξη	23.00	13.60
ZNX	20.50	0.30
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	17.40
Σύνολο	104.00	31.90

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.1.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	32.78	7.87
Σύνολο	32.78	7.87

## Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.5.1.6 Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας Συμπύκνωσης	3910,00
Ηλιακοί συλλέκτες	4840,00
Φωτοβολταικά	5000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>14350,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.5.1.7 Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου € /kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	10,60	0,00	10,60	3143,32	0,162	509,22
πετρέλαιο	55,10	29,80	25,30	7502,46	0,074	555,18
						<b>1064,40</b>

#### 4.5.2. Σενάριο εξοικονόμησης 2

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη B.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.5.2.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.40	9.00	6.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	8.90	39.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.80	13.50	12.20	2.20	0.00	0.00	0.00	37.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	1.10	1.40	1.60	1.80	17.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.5.2.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.60	2.90	2.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	2.90	13.30
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.40	2.00	1.80	0.30	0.00	0.00	0.00	5.70
ZNX	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.90
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.60	1.60	2.00	2.20	2.50	2.60	2.70	2.80	2.60	2.20	1.60	1.40	25.80



Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.20	1.30	1.80	2.00	2.40	2.50	2.60	2.60	2.20	1.80	1.30	1.10	22.70
Σύνολο	4.00	3.10	2.30	0.30	0.20	1.40	2.00	1.80	0.30	0.00	1.30	3.30	19.90

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.2.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλιακή ενέργεια	48.50
Σύνολο	19.90

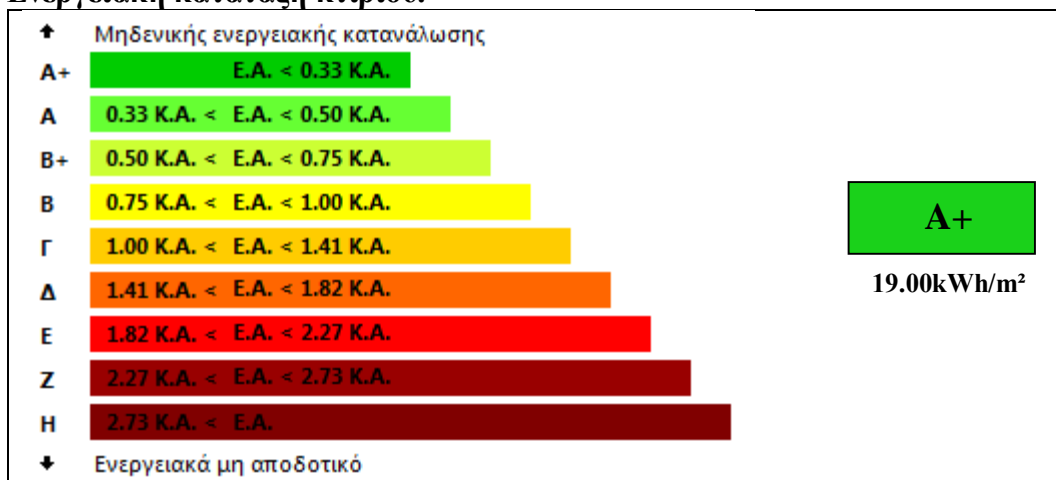
Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.2.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	41.60	38.60
Ψύξη	23.00	16.50
ZNΧ	20.50	2.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	38.80
Σύνολο	85.00	19.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.5.2.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	10150,00
Τερματικές Μονάδες FCU	1400,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	600,00
Ηλιακοί συλλέκτες	880,00
Φωτοβολταϊκά	8000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>21030,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.5.2.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m2	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου € /kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	10,60	0,00	10,60	3143,32	0,162	509,22
πετρέλαιο	55,10	0,00	55,10	16339,35	0,074	1209,11
						<b>1718,33</b>

### 4.5.3. Σενάριο εξοικονόμησης 3

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα οριζόντιων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω επάρκειας του περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέα κατασκευή κτίριο εντάσσεται στην υποδομή του, για εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική

ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β.

### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.5.3.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης του κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.40	9.00	6.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	8.90	39.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.80	13.50	12.20	2.20	0.00	0.00	0.00	37.70
ZNX	1.90	1.70	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	1.10	1.40	1.60	1.80	17.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.5.3.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.90	2.30	1.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	2.30	10.70
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.10	1.50	1.40	0.30	0.00	0.00	0.00	4.50
ZNX	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.90
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.60	1.60	2.00	2.20	2.50	2.60	2.70	2.80	2.60	2.20	1.60	1.40	25.80
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0.80	0.90	1.20	1.40	1.60	1.70	1.80	1.70	1.50	1.20	0.90	0.70	15.30
Σύνολο	3.20	2.50	1.80	0.20	0.20	1.10	1.50	1.40	0.30	0.00	1.10	2.70	16.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.3.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	6.90
Ηλιακή ενέργεια	41.10
Σύνολο	16.10

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.3.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

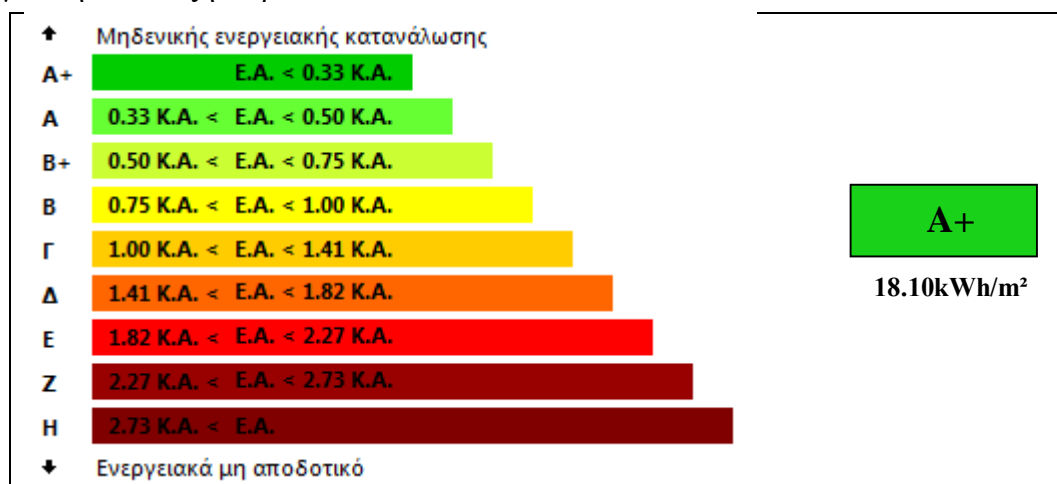
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	41.60	31.00
Ψύξη	23.00	12.90
ZNX	20.50	2.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	28.50
Σύνολο	85.00	18.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.5.3.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	20.01	6.82
Σύνολο	20.01	6.82

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.5.3.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	10353,00
Τερματικές Μονάδες FCU	1400,00

Γεωεναλλάκτης	2800,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	600,00
Ηλιακοί συλλέκτες	880,00
Φωτοβολταϊκά	5400,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>21433,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.5.3.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m2	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	10,60	0,00	10,60	3143,32	0,162	509,22
πετρέλαιο	55,10	0,00	55,10	16339,35	0,074	1209,11
						<b>1718,33</b>

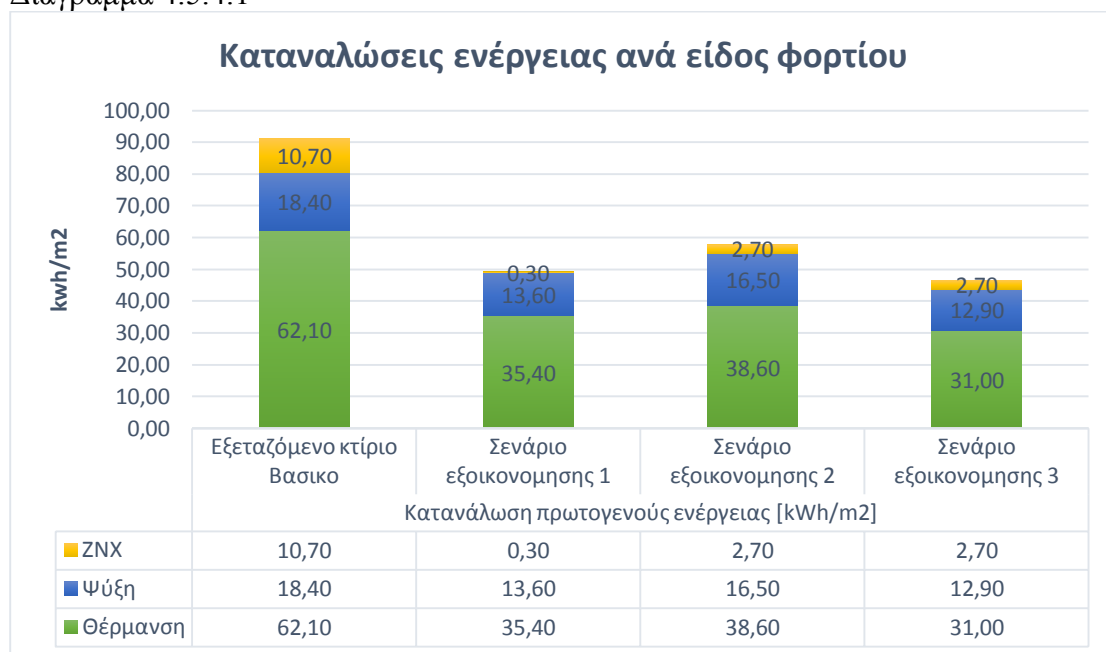
#### 4.5.4. Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και τα σενάρια εξοικονόμησης. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές.

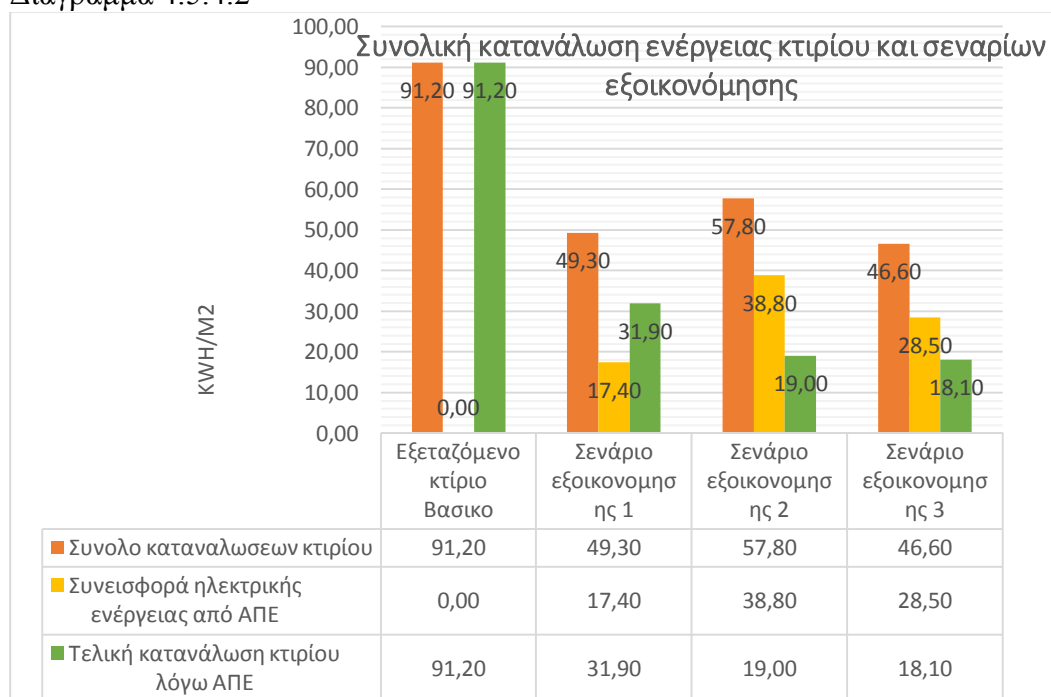
Πίνακας 4.5.4.1 Επεμβάσεις ανά σενάριο εξοικονόμησης

Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου	Κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη.
Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών για θέρμανση και ZNX	Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για ZNX	Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για ZNX

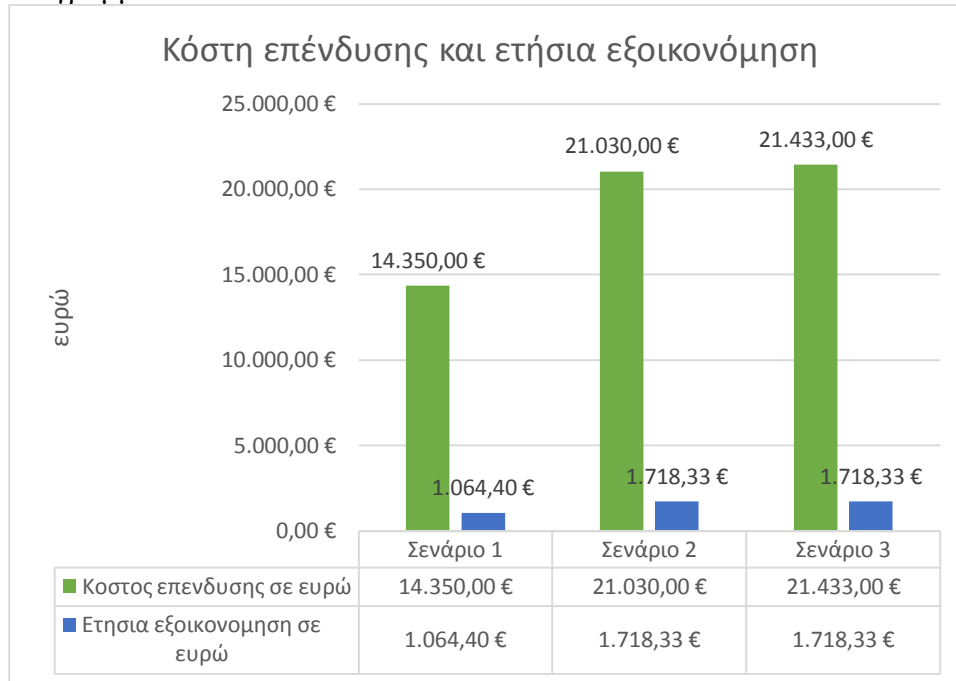
Διάγραμμα 4.5.4.1



Διάγραμμα 4.5.4.2



Διάγραμμα 4.5.4.3



Το σημαντικότερο φορτίο του βασικού κτιρίου όπως διαπιστώθηκε από το προηγούμενο κεφάλαιο είναι η θέρμανση. Στο σενάριο εξοικονόμησης 1 για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης, τοποθετήθηκε λέβητας συμπύκνωσης υψηλού βαθμού απόδοσης. Σε συνδυασμό με τις διατάξεις αυτόματου ελέγχου και την αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση στο παραπάνω φορτίο κατά 43%. Οι διατάξεις ελέγχου στο σύστημα ψύξης οδήγησαν σε εξοικονόμηση της τάξεως του 27%.

Η αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών συνέβαλε επίσης στη μείωση του φορτίου κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα. Αθροιστικά, η κατανάλωση ενέργειας από τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και ZNX του κτιρίου μειώθηκε κατά 46% σε σχέση με το βασικό σενάριο. Με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο ισοζύγιο του κτιρίου μειώθηκε εκ νέου κατά 19% και έτσι η τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μειώθηκε συνολικά κατά 65% σε σχέση με το βασικό σενάριο.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 έγινε εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας καθώς και διατάξεων αυτόματου ελέγχου του συστήματος ψύξης και θέρμανσης με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου θέρμανσης κατά 38% και του φορτίου ψύξης κατά 10%. Η αύξηση της επιφάνειας της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών οδήγησε σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης κατά 75%.

Ταυτόχρονα με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος και τη συνεισφορά του στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου, η τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 80%, κατατάσσοντάς το στην ενεργειακή κλάση A+.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωαναλλάκτη για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης. Σε συνδυασμό με τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου επετεύχθη μείωση των παραπάνω φορτίων κατά 50% και

κατά 30% αντίστοιχα. Η αύξηση της επιφάνειας της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στις κατοικίες οδήγησε σε μείωση του παραπάνω φορτίου σε σχέση με το βασικό σενάριο κατά 75% και σε αυτήν την περίπτωση.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια σε αυτό το σενάριο τοποθετήθηκε φωτοβολταϊκό σύστημα μικρότερης επιφάνειας σε σχέση με του σεναρίου 2, καθώς λόγω των συστημάτων που τοποθετήθηκαν, το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο είναι μικρότερο. Με τη συμβολή του, η τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μειώθηκε κατά 80% σε σχέση με το βασικό σενάριο, κατατάσσοντας το κτίριο στην ενεργειακή κλάση A+.

Το κόστος επένδυσης του σεναρίου 1 είναι κατά 30% μικρότερο σε σχέση με το σενάριο 2 ενώ η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας είναι αυξημένη στο σενάριο 2 σε σχέση με το σενάριο 1 κατά 63% και κατά 15% αντίστοιχα. Το σενάριο 3 σε σχέση με το σενάριο εξοικονόμησης 2 παρουσιάζει αύξηση ως επένδυση της τάξεως του 2% χωρίς ουσιαστική διαφορά στην ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας. Λόγω τις ομοιότητας των οικονομικών και ενεργειακών αποτελεσμάτων στα σενάρια 2 και 3, η σύγκριση με το σενάριο 1 οδηγεί σε όμοια συμπεράσματα.

## **4.6. Κτίριο μονοκατοικίας**

### **4.6.1. Σενάριο εξοικονόμησης 1**

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,930.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX καθώς και για ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη B.

### **Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.**

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.



Πίνακας 4.6.1.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.50	5.80	3.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.20	23.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	14.40	20.60	20.30	5.50	0.00	0.00	0.00	64.00
ZNX	1.10	1.00	1.10	1.00	0.90	0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	10.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.6.1.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.90	5.10	2.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	4.60	19.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.80	2.60	2.50	0.70	0.00	0.00	0.00	8.00
Ηλιακή ενέργεια για θέρμ. χώρων	1.80	1.90	2.30	2.60	3.00	3.10	3.30	3.30	2.90	2.50	2.00	1.70	30.40
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	3.00	3.10	3.80	4.30	4.90	5.10	5.40	5.40	4.80	4.10	3.20	2.80	49.80
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0.80	0.90	1.20	1.50	1.80	1.90	2.00	1.90	1.50	1.20	0.90	0.80	16.40
Σύνολο	6.90	5.10	2.80	0.10	0.40	1.80	2.60	2.50	0.70	0.00	0.30	4.60	27.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.1.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Πετρέλαιο θέρμανσης	18.10
Ηλιακή ενέργεια	96.50
Σύνολο	27.80

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.1.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

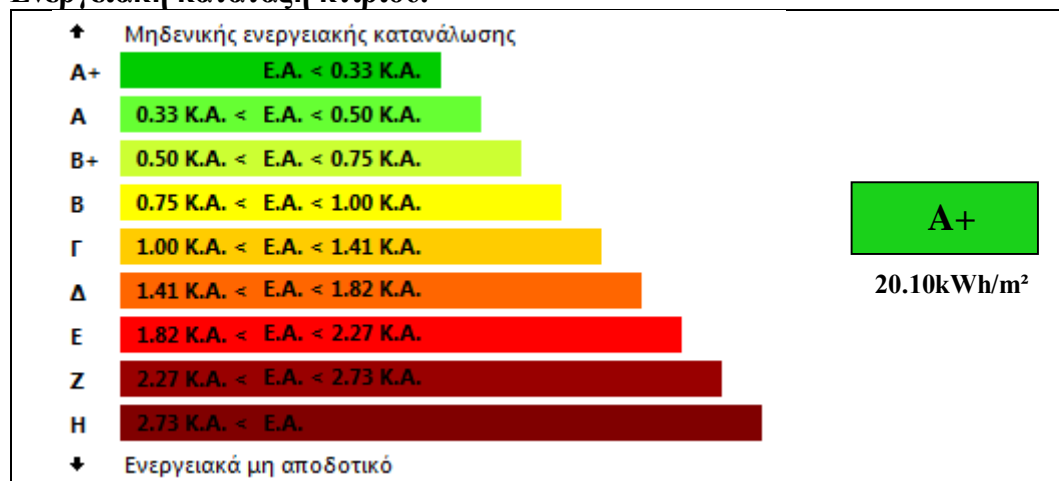
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	43.00	24.90
Ψύξη	30.50	23.10
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	27.90
Σύνολο	86.50	20.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.1.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Πετρέλαιο θέρμανσης	19.91	4.78
Σύνολο	19.91	4.78

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.6.1.6. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας Συμπύκνωσης	3047,50
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	500,00
Ηλιακοί συλλέκτες	1760,00
Φωτοβολταϊκά	3000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>8307,50</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.6.1.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	11,30	0,00	11,30	1755,46	0,162	284,38
πετρέλαιο	34,00	18,10	15,90	2470,07	0,074	182,78
						<b>467,17</b>

#### 4.6.2. Σενάριο εξοικονόμησης 2

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη B.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.6.2.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.50	5.80	3.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.20	23.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	14.40	20.60	20.30	5.50	0.00	0.00	0.00	64.00
ZNX	1.10	1.00	1.10	1.00	0.90	0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	10.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.6.2.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.70	2.20	1.70	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.10	10.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	2.00	2.80	2.80	0.70	0.00	0.00	0.00	8.80
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.50	1.50	1.90	2.10	2.40	2.50	2.70	2.70	2.40	2.00	1.60	1.40	24.90

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	1.10	1.20	1.70	2.00	2.30	2.50	2.60	2.50	2.10	1.70	1.30	1.10	22.00
Σύνολο	2.70	2.20	1.70	0.20	0.40	2.00	2.80	2.80	0.70	0.00	1.00	2.10	18.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.2.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

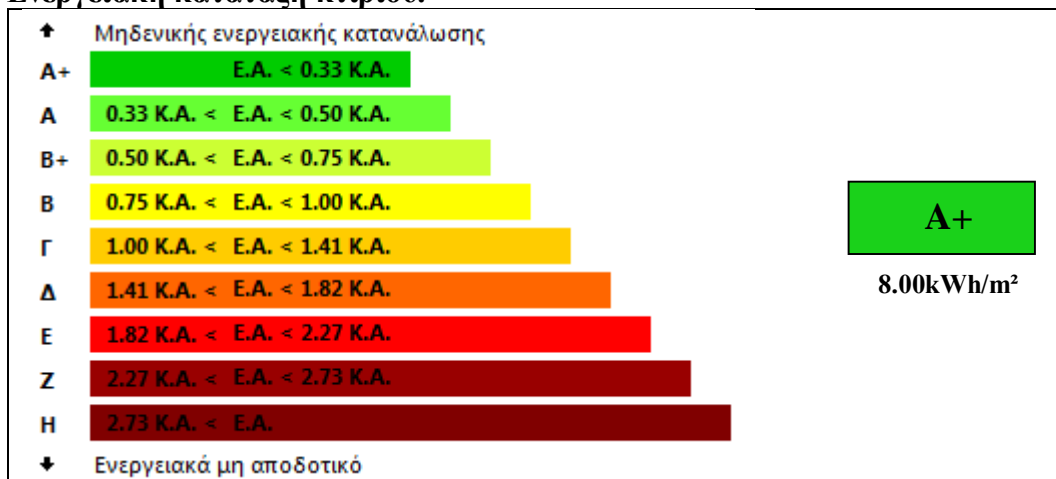
Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλιακή ενέργεια	46.90
Σύνολο	18.80

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.2.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	26.00	29.10
Ψύξη	30.50	25.50
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	46.50
Σύνολο	69.40	8.00

### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.6.2.6. Κόστος Επένδυσης.

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	6600,00
Τερματικές Μονάδες FCU	840,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	500,00
Ηλιακοί συλλέκτες	440,00
Φωτοβολταϊκά	4000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>12380,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.2.6.7. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m2	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m2	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου € /kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	11,30	0,00	11,30	1755,46	0,162	284,38
πετρέλαιο	34,00	0,00	34,00	5281,90	0,074	390,86
						<b>675,24</b>

### 4.6.3. Σενάριο εξοικονόμησης 3

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σκοπός είναι η εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους (16-19 βαθμών κελσίου) σε βάθος μόλις μερικών μέτρων που συνδυαζόμενη με το σύστημα της αντλίας θερμότητας οδηγεί σε υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας για τη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα. Το σύστημα οριζόντιων γαιωεναλλακτών επιλέχθηκε λόγω επάρκειας του περιβάλλοντος χώρου στο εξεταζόμενο κτίριο. Σε νέα κατασκευή κτίριο εντάσσεται στην υποδομή του, για εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας ( θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

- Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β.

#### Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.6.3.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης κτιρίου.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.50	5.80	3.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.20	23.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	14.40	20.60	20.30	5.50	0.00	0.00	0.00	64.00
ZNX	1.10	1.00	1.10	1.00	0.90	0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	10.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.6.3.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.20	1.80	1.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.80	8.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.60	2.20	2.20	0.60	0.00	0.00	0.00	6.80
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.50	1.50	1.90	2.10	2.40	2.50	2.70	2.70	2.40	2.00	1.60	1.40	24.90
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0.90	0.90	1.20	1.50	1.70	1.90	1.90	1.90	1.60	1.30	0.90	0.80	16.50
Σύνολο	2.20	1.80	1.50	0.20	0.30	1.60	2.20	2.20	0.60	0.00	0.90	1.80	15.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.3.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

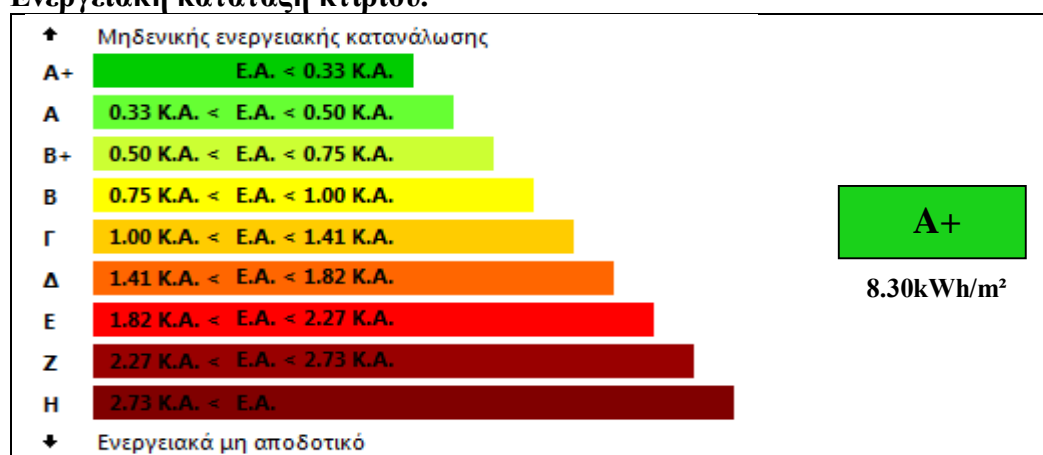
Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλιακή Ενέργεια	41.40
Σύνολο	15.30

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.6.3.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	26.00	24.50
Ψύξη	30.50	19.80
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	36.00
Σύνολο	69.40	8.30

#### Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.



Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.6.3.5. Κόστος Επένδυσης

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Αντλία Θερμότητας Ψύξης Θέρμανσης	6600,00
Τερματικές Μονάδες FCU	840,00
Γεωεναλλάκτης	2000,00
Διατάξεις Αυτόματου ελέγχου ψύξης θέρμανσης	500,00
Ηλιακοί συλλέκτες	440,00
Φωτοβολταϊκά	3000,00
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	<b>13380,00</b>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση από την επένδυση για το παρόν σενάριο.

Πίνακας 4.6.3.6. Εξοικονόμηση

Είδος Καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m <sup>2</sup>	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m <sup>2</sup>	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
ηλεκτρισμός	11,30	0,00	11,30	1755,46	0,162	284,38
πετρέλαιο	34,00	0,00	34,00	5281,90	0,074	390,86
						<b>675,24</b>

#### 4.6.4. Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και τα σενάρια εξοικονόμησης. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές.

Πίνακας 4.6.4.1 Επεμβάσεις ανά σενάριο εξοικονόμησης

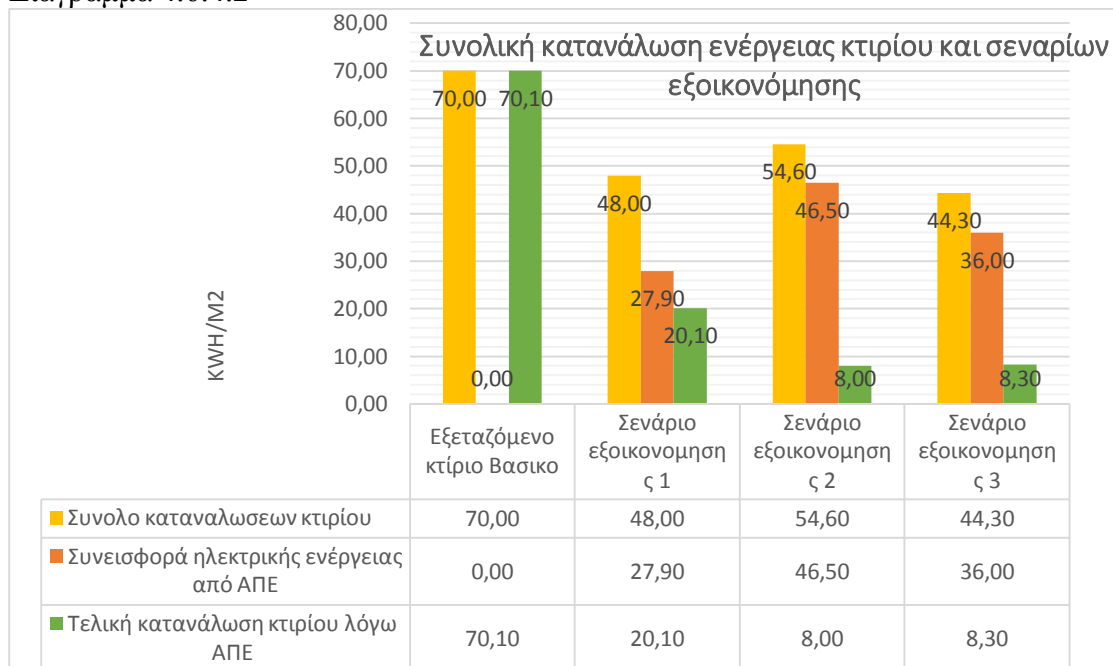
Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου	Κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας	Γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη.
Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.	Αυτοματισμοί ελέγχου συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών για θέρμανση και ZNX	Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για ZNX	Αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για ZNX

Διάγραμμα 4.6.4.1





Διάγραμμα 4.6.4.2



Διάγραμμα 4.6.4.3



Τα σημαντικότερα φορτία του βασικού κτιρίου όπως διαπιστώθηκε από το προηγούμενο κεφάλαιο είναι η θέρμανση και η ψύξη. Στο σενάριο εξοικονόμησης 1 για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης, τοποθετήθηκε λέβητας συμπύκνωσης υψηλού βαθμού απόδοσης. Σε συνδυασμό με τις διατάξεις αυτόματου ελέγχου και την αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση στο παραπάνω φορτίο κατά 34%. Οι διατάξεις ελέγχου στο σύστημα ψύξης οδήγησαν σε εξοικονόμηση της τάξεως του 25%.

Η αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών συνέβαλε επίσης στη μείωση του φορτίου κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα. Αθροιστικά, η κατανάλωση ενέργειας από τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και ZNX του κτιρίου μειώθηκε κατά 32% σε σχέση με το βασικό σενάριο. Με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο ισοζύγιο του κτιρίου μειώθηκε εκ νέου κατά 40% και έτσι η τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μειώθηκε συνολικά κατά 72% σε σχέση με το βασικό σενάριο.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 έγινε εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας καθώς και διατάξεων αυτόματου ελέγχου του συστήματος ψύξης και θέρμανσης με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου θέρμανσης κατά 22% και του φορτίου ψύξης κατά 20%. Η αύξηση της επιφάνειας της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών οδήγησε σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα.

Ταυτόχρονα με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος και τη συνεισφορά του στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου καθώς όλα τα φορτία καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, η τελική συνολική κατανάλωση του κτιρίου μειώθηκε κατά 90%, κατατάσσοντάς το στην ενεργειακή κλάση A+.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο γεωεναλλάκτη για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης. Σε συνδυασμό με τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου επετεύχθη μείωση των παραπάνω φορτίων κατά 50% και κατά 55% αντίστοιχα. Η αύξηση της επιφάνειας της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στις κατοικίες οδήγησε σε μείωση του παραπάνω φορτίου σε σχέση με το βασικό σενάριο σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια σε αυτό το σενάριο τοποθετήθηκε φωτοβολταϊκό σύστημα μικρότερης επιφάνειας σε σχέση με του σεναρίου 2, καθώς λόγω των συστημάτων που τοποθετήθηκαν, το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο είναι μικρότερο. Με τη συμβολή του, η τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μειώθηκε κατά 90% σε σχέση με το βασικό σενάριο, κατατάσσοντας το κτίριο στην ενεργειακή κλάση A+.

Το κόστος επένδυσης του σεναρίου 1 είναι κατά 32% μικρότερο σε σχέση με το σενάριο 2 ενώ η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας είναι αυξημένη στο σενάριο 2 σε σχέση με το σενάριο 1 κατά 40% και κατά 18% αντίστοιχα. Το σενάριο 3 σε σχέση με το σενάριο εξοικονόμησης 2 παρουσιάζει αύξηση ως επένδυση της τάξεως του 8% χωρίς ουσιαστική διαφορά στην ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας. Λόγω της ομοιότητας των οικονομικών και ενεργειακών αποτελεσμάτων στα σενάρια 2 και 3, η σύγκριση με το σενάριο 1 οδηγεί σε όμοια συμπεράσματα.

## **5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ:**

### **Οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων εξοικονόμησης - επίτευξης του ενεργειακού στόχου (ΚΣΜΚΕ)**

Σε αυτό το κεφάλαιο δίνονται σε μορφή πινάκων τα αποτελέσματα για κάθε κτίριο, για όλα τα σενάρια επίτευξης του στόχου του ΚΣΜΚΕ, καθώς και τα πιθανά οφέλη από τις επεμβάσεις στα κτίρια που μελετήθηκαν, συγκρίνοντας την ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από τη χρήση του κάθε κτιρίου σε σχέση με το αρχικό κόστος επένδυσης.

Εφαρμόζουμε δύο περιπτώσεις επένδυσης. Στη μια περίπτωση ο επενδυτής χρηματοδοτεί τις επεμβάσεις με ίδια κεφάλαια ενώ στην άλλες εξασφαλίζει δάνειο οι τόκοι του οποίου επιδοτούνται εξ ολοκλήρου από το κράτος. Σε κάθε περίπτωση υπολογίζεται το κόστος κεφαλαίου και ανάγεται η αξία της επένδυσης σε καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) ώστε να αξιολογηθεί αν είναι συμφέρουσα η πραγματοποίησή της. Επίσης υπολογίζεται ο χρόνος αποπληρωμής της κάθε επένδυσης.

Στο τελευταίο μέρος παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε κτίριο τα αποτελέσματα από τα διάφορα σενάρια εξοικονόμησης ώστε να έχουμε μια πιο γενική συγκριτική εικόνα.

#### **5.1. Αξιολόγηση Επενδύσεων**

Η διαδικασία προγραμματισμού και αξιολόγησης των επενδυτικών προτάσεων για μακροπρόθεσμες παραγωγικές επενδύσεις (capital budgeting) είναι περίπλοκη, όχι μόνο για τον προσδιορισμό του αρχικού κόστους της επενδυτικής πρότασης αλλά κυρίως για την εκτίμηση των αυξημένων ή πρόσθετων ταμειακών ροών που θα προκύψουν κατά την ωφέλιμη ζωή της επενδυτικής πρότασης, αλλά και της τελικής ταμειακής ροής που θα διαμορφωθεί στο τέλος της ωφέλιμης ζωής της.

Βασική κατευθυντήρια αρχή για τον προσδιορισμό των ΚΤΡ (καθαρών ταμειακών ροών) από χρηματοοικονομικής πλευράς είναι αυτή του οριακού (incremental, marginal) οφέλους ή κόστους που προκύπτουν ως συνέπεια της επενδυτικής πρότασης.

Οι βασικές μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επενδύσεων είναι κυρίως οι εξής:

1. Περίοδος επανάκτησης του κεφαλαίου (Payback period)
2. Μέση ετήσια απόδοση της επένδυσης (Average annual rate of Return ή Accounting rate of Return).
3. Καθαρά παρούσα αξία (Net Present Value)
4. Επανάκτηση του κεφαλαίου σε συνδυασμό με την Παρούσα Αξία ( Discounted Payback period)
5. Δείκτης Αποδοτικότητας (Profitability Index)
6. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return)

Από τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιούνται συνήθως οι μέθοδοι της ΚΠΑ, του ΕΒΑ και η περίοδος επανάκτησης κεφαλαίου. Όταν τα σενάρια είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, τόσο ο ΕΒΑ όσο και η ΚΠΑ οδηγούν σε ασφαλή συμπεράσματα. Όταν τα σενάρια είναι αμοιβαία αποκλειόμενα τότε η μέθοδος της ΚΠΑ είναι αυτή που προτιμάται.

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ΚΠΑ, μιας και σε κάθε περίπτωση αυτή οδηγεί σε πιο ασφαλή συμπεράσματα. Συνδυαστικά χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος της επανείσπραξης του κεφαλαίου, με σκοπό να υπολογιστεί το χρονικό διάστημα στο οποίο θα έχει γίνει απόσβεση του κόστους της επένδυσης.

### 5.1.1. Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ)

**ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΠΑ:** Με τον όρο ΚΠΑ εννοούμε την αξία που προκύπτει, αν προεξοφλήσουμε στο παρόν (=παρούσα αξία), για κάθε έτος χωριστά, τη διαφορά μεταξύ όλων των μελλοντικών χρηματικών (ταμειακών) (α) εισροών ή εσόδων και (β) εκροών ή εξόδων για ολόκληρο το χρόνο ζωής του σχεδίου επένδυσης, με βάση ένα συντελεστή προεξόφλησης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Ταμειακές Εισροές}}{(1+r)^t} - \text{Αρχική Επένδυση}$$

t = Χρονική περίοδος

N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης

r = Προεξοφλητικό επιτόκιο

Η έννοια της παρούσας αξίας έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί αντιπροσωπεύει και εκφράζει όλες τις ροές του σχεδίου επένδυσης στην τωρινή αξία τους, δηλαδή σ' αυτή που ισχύει τη στιγμή που ο επενδυτής παίρνει την απόφαση.

Για να υπολογίσουμε την ΚΠΑ, ακολουθούμε τα εξής στάδια:

α. Καταγράφουμε τα αρχικά μεγέθη των ταμειακών ή χρηματικών ροών (εισροών και εκροών) και υπολογίζουμε την "Καθαρή Ταμιακή Ροή" (διαφορά μεταξύ εισροών και εκροών).

β. Επιλέγουμε το κατάλληλο επιτόκιο προεξόφλησης σύμφωνα με τις τρέχουσες συνθήκες της τραπεζικής αγοράς (πληροφορία από τις τράπεζες) ή της κεφαλαιαγορά (πληροφορία από τα Χρηματιστήρια).

γ. Με βάση αυτό υπολογίζουμε την παρούσα αξία των χρηματικών εισροών (ταμειακές εισροές) και την παρούσα αξία των χρηματικών εκροών (ταμειακές εκροές) για όλη την περίοδο ζωής του σχεδίου επένδυσης (οι συντελεστές προεξόφλησης δίνονται στους αντίστοιχους πίνακες αναγωγής).

Προκειμένου να αξιολογήσουμε αν μία επένδυση είναι συμφέρουσα ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω και βρίσκουμε την τιμή της ΚΠΑ.

Σε γενικές γραμμές ισχύουν τα ακόλουθα:

α. Αν ΚΠΑ είναι θετική (+), η αποδοτικότητα είναι πάνω από το επιτόκιο προεξόφλησης και το σχέδιο επένδυσης γίνεται αποδεκτό.

β. Αν η ΚΠΑ είναι αρνητική (-), η αποδοτικότητα είναι κάτω από το επιτόκιο προεξόφλησης και το επενδυτικό σχέδιο απορρίπτεται.

γ. Αν η ΚΠΑ είναι ίση με το μηδέν (0), η αποδοτικότητα είναι ίση με το επιτόκιο προεξόφλησης και το σχέδιο επένδυσης γίνεται αποδεκτό, αν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική επένδυση.

#### **Πλεονεκτήματα:**

1. Η μέθοδος της ΚΠΑ λαμβάνει υπόψη της τη διαχρονική αξία του χρήματος και μετατρέπει τις μελλοντικές ροές αξιών του σχεδίου επένδυσης σε παρούσες αξίες. Έτσι εκφράζει τη γενικότερη προτίμηση για το παρόν ή το "τώρα".

2. Η μέθοδος της ΚΠΑ προεξοφλεί τις καθαρές ταμειακές ροές με το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης, το οποίο παρέχει μια σαφή αναγνώριση του κόστους χρηματοδότησης και της αποδοτικότητας που απαιτούν οι μέτοχοι.

3. Η μέθοδος της ΚΠΑ εκφράζεται σε απόλυτα χρηματικά ποσά και όχι σε ποσοστά.

4. Οι καθαρές παρούσες αξίες των διάφορων προτάσεων επενδύσεων μπορούν να προστεθούν, έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε εύκολα την ΚΠΑ ενός αριθμού προτάσεων επενδύσεων.
5. Οι καθαρές ταμειακές ροές της ΚΠΑ, τροποποιούμενες μπορούν να ενσωματώσουν τον κίνδυνο της επένδυσης.

#### **Μειονεκτήματα:**

Παράλληλα με τα πλεονεκτήματα που εμφανίζει η ΚΠΑ, υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες εμφανίζει μειονεκτήματα και θα έπρεπε να εξετάζονται πιο εξονυχιστικά:

1. Η μέθοδος της ΚΠΑ υποθέτει ότι τα κεφάλαια που αποδεσμεύονται από την επένδυση έχουν δυνατότητα επανεπένδυσης με αποδοτικότητα ίση με το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου. Όμως, η πραγματική αποδοτικότητα επανεπένδυσης μπορεί να διαφέρει από το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου, γεγονός που καταλήγει σε λανθασμένο υπολογισμό ΚΠΑ.
2. Η μέθοδος της ΚΠΑ υποθέτει ότι το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια της επένδυσης, πράγμα που δεν είναι πάντοτε εφικτό.
3. Η μέθοδος της ΚΠΑ ερμηνεύεται δύσκολα, όταν οι προτάσεις επενδύσεων έχουν σημαντικά διαφορετικό κόστος αρχικής επένδυσης.

#### **5.1.2. Μέθοδος της Περιόδου Επανείσπραξης Κεφαλαίου**

##### **ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (ΠΕΚ)**

Η μέθοδος αυτή, που καλείται και περίοδος αποπληρωμής κεφαλαίου (recouperment period) ή επανείσπραξη της επένδυσης (Payback period), είναι απλή και υπολογίζει τον αριθμό των ετών που απαιτούνται, ώστε οι καθαρές εισπράξεις ή εισροές (έσοδα) να καλύπτουν το ύψος του επενδύμενου κεφαλαίου (επένδυση).

Χρόνος αποπληρωμής (έτη) =  $\text{Επένδυση} / \text{Μέσο ύψος καθαρών ετήσιων εσόδων (εισροές μείον εκροές)}$

(Payback Period = Capital / Net cash flow outlay)

Αν οι ετήσιες εισροές (έσοδα) δεν είναι σταθερές από έτος σε έτος, η περίοδος αποπληρωμής του κεφαλαίου υπολογίζεται, αφού προστεθούν οι εισπράξεις που προβλέπονται να πραγματοποιηθούν στη διάρκεια ζωής του σχεδίου επένδυσης, έως ότου το σύνολο τους καλύψει (αποπληρώσει) την αρχική επένδυση.

#### **Πλεονεκτήματα:**

1. Ως μέθοδος είναι πολύ απλή.
2. Δείχνει για πόσο χρόνο βρίσκονται τα χρήματα της επιχείρησης σε κίνδυνο.
3. Είναι χρήσιμη όταν υπάρχουν προβλήματα ρευστότητας και είναι επιθυμητή η γρήγορη επανείσπραξη.
4. Σε περιόδους μεγάλης αβεβαιότητας για την οικονομική συγκυρία, ή περιόδους ταχείας τεχνολογικής προόδου, που δημιουργεί ανάγκες για ταχεία αντικατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι χρήσιμο κριτήριο αξιολόγησης, επειδή δίνει έμφαση στις εισροές του αμέσου μέλλοντος.

#### **Μειονεκτήματα:**

1. Επειδή εξετάζονται μόνο ο χρόνος επανείσπραξης της επένδυσης, αγνοούνται οι ταμειακές ή χρηματικές ροές που πραγματοποιούνται μετά την ημερομηνία επανάκτησης του επενδύμενου κεφαλαίου.

2. Δεν εκτιμά την αποδοτικότητα του επενδύμενου κεφαλαίου, αλλά την ικανότητα αποπληρωμής σε μετρητά.
3. Αγνοείται το μέγεθος και ο χρόνος πραγματοποίησης των ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια της περιόδου επανείσπραξης της αρχικής εκροής, δηλαδή αγνοείται η διαχρονική αξία του χρήματος.

Γενικά η συγκεκριμένη μέθοδος στρέφει το επενδυτικό ενδιαφέρον στο "σίγουρο και γρήγορο κέρδος" και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα για την αξιολόγηση μιας επένδυσης αν χρησιμοποιηθεί μεμονωμένα, παρόλα αυτά χρησιμοποιείται αρκετά συχνά. Πιθανό σε περιπτώσεις που απαιτείται ρευστότητα να είναι χρήσιμη, ως ένας επιπλέον περιορισμός στην αξιολόγηση των αποφάσεων σύμφωνα όμως και με άλλα κριτήρια που δίνουν την αναγκαία βαρύτητα στη διάσταση χρόνος και στην αποδοτικότητα της επένδυσης. Για τους παραπάνω λόγους το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείται γενικά **ως συμπληρωματικός δείκτης αποδοτικότητας**.

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε η συγκεκριμένη μέθοδος ως **συμπληρωματικό κριτήριο** με σκοπό να φανεί πόσο καιρό βρίσκονται τα χρήματα της κάθε επένδυσης σε κίνδυνο, μιας και οι οικονομικές συγκυρίες οδηγούν σε περίοδο υψηλής αβεβαιότητας.

## **5.2. Αξιολόγηση επενδύσεων εξοικονόμησης στα κτίρια μελέτης**

Στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια καθώς και στην περίπτωση της επένδυσης με δάνειο του οποίου οι τόκοι επιδοτούνται, θεωρήθηκε ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%. Έτος έναρξης της περιόδου αποπληρωμής της κάθε επένδυσης θεωρείται το 2016. Το επιτόκιο δανεισμού θεωρήθηκε 5% και ο χρόνος ζωής της επένδυσης τα 25 έτη. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού, θεωρούμε ότι ο επενδυτής μπορεί να εξασφαλίσει άτοκο δάνειο μέσω κάποιου προγράμματος επιδότησης, πιθανότατα κρατικού. Υπολογίστηκε ξεχωριστά η τοκοχρεολυτική δόση και το χρεολύσιο για κάθε έτος της επένδυσης έως και τη λήξη της αποπληρωμής στα 25 έτη καθώς και η καθαρή παρούσα αξία των ταμειακών ροών σε κάθε έτος.

### 5.2.1. Πενταώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

#### Σενάριο Εξοικονόμησης 1

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		74.400,00	-74.400,00	1,00	-74.400,00	-74.400,00
1	6.574,57	0,00	6.574,57	0,94	6.202,42	-67.825,43
2	6.574,57	0,00	6.574,57	0,89	5.851,34	-61.250,86
3	6.574,57	0,00	6.574,57	0,84	5.520,14	-54.676,29
4	6.574,57	0,00	6.574,57	0,79	5.207,68	-48.101,72
5	6.574,57	0,00	6.574,57	0,75	4.912,90	-41.527,15
6	6.574,57	0,00	6.574,57	0,70	4.634,81	-34.952,58
7	6.574,57	0,00	6.574,57	0,67	4.372,46	-28.378,01
8	6.574,57	0,00	6.574,57	0,63	4.124,97	-21.803,44
9	6.574,57	0,00	6.574,57	0,59	3.891,48	-15.228,87
10	6.574,57	0,00	6.574,57	0,56	3.671,21	-8.654,30
11	6.574,57	0,00	6.574,57	0,53	3.463,40	-2.079,73
12	6.574,57	0,00	6.574,57	0,50	3.267,36	4.494,84
13	6.574,57	0,00	6.574,57	0,47	3.082,41	11.069,41
14	6.574,57	0,00	6.574,57	0,44	2.907,94	17.643,98
15	6.574,57	0,00	6.574,57	0,42	2.743,34	24.218,55
16	6.574,57	0,00	6.574,57	0,39	2.588,06	30.793,12
17	6.574,57	0,00	6.574,57	0,37	2.441,56	37.367,69
18	6.574,57	0,00	6.574,57	0,35	2.303,36	43.942,26
19	6.574,57	0,00	6.574,57	0,33	2.172,98	50.516,83
20	6.574,57	0,00	6.574,57	0,31	2.049,98	57.091,40
21	6.574,57	0,00	6.574,57	0,29	1.933,95	63.665,97
22	6.574,57	0,00	6.574,57	0,28	1.824,48	70.240,54
23	6.574,57	0,00	6.574,57	0,26	1.721,20	76.815,11
24	6.574,57	0,00	6.574,57	0,25	1.623,78	83.389,68
25	6.574,57	0,00	6.574,57	0,23	1.531,87	89.964,25
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>9.645,07</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 11,32 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	6.574,57
<b>Κεφάλαιο</b>	74.400,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεωλυσίου</b>	5.278,87

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεωλύσιο	Δόση (Τοκοχρεωλύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	74.400,00	3.720,00	1.558,87	5.278,87	72.841,13
2	72.841,13	3.642,06	1.636,81	5.278,87	71.204,32
3	71.204,32	3.560,22	1.718,65	5.278,87	69.485,66
4	69.485,66	3.474,28	1.804,59	5.278,87	67.681,08
5	67.681,08	3.384,05	1.894,82	5.278,87	65.786,26
6	65.786,26	3.289,31	1.989,56	5.278,87	63.796,70
7	63.796,70	3.189,84	2.089,03	5.278,87	61.707,67
8	61.707,67	3.085,38	2.193,49	5.278,87	59.514,18
9	59.514,18	2.975,71	2.303,16	5.278,87	57.211,02
10	57.211,02	2.860,55	2.418,32	5.278,87	54.792,70
11	54.792,70	2.739,64	2.539,23	5.278,87	52.253,47
12	52.253,47	2.612,67	2.666,20	5.278,87	49.587,27
13	49.587,27	2.479,36	2.799,51	5.278,87	46.787,76
14	46.787,76	2.339,39	2.939,48	5.278,87	43.848,28
15	43.848,28	2.192,41	3.086,46	5.278,87	40.761,82
16	40.761,82	2.038,09	3.240,78	5.278,87	37.521,05
17	37.521,05	1.876,05	3.402,82	5.278,87	34.118,23
18	34.118,23	1.705,91	3.572,96	5.278,87	30.545,27
19	30.545,27	1.527,26	3.751,61	5.278,87	26.793,66
20	26.793,66	1.339,68	3.939,19	5.278,87	22.854,48
21	22.854,48	1.142,72	4.136,15	5.278,87	18.718,33
22	18.718,33	935,92	4.342,95	5.278,87	14.375,38
23	14.375,38	718,77	4.560,10	5.278,87	9.815,28
24	9.815,28	490,76	4.788,11	5.278,87	5.027,17
25	5.027,17	251,36	5.027,51	5.278,87	-0,34
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>57.571,41</b>	<b>74.400,34</b>	<b>131.971,75</b>	



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		74.400,00	-74.400,00	1,00	-74.400,00	-74.400,00	0
1	6.574,57	1.558,87	5.015,70	0,94	4.731,79	-69.384,30	0
2	6.574,57	1.636,81	4.937,76	0,89	4.394,59	-64.446,54	0
3	6.574,57	1.718,65	4.855,92	0,84	4.077,12	-59.590,63	0
4	6.574,57	1.804,59	4.769,98	0,79	3.778,27	-54.820,64	0
5	6.574,57	1.894,82	4.679,75	0,75	3.496,98	-50.140,89	0
6	6.574,57	1.989,56	4.585,01	0,70	3.232,25	-45.555,88	0
7	6.574,57	2.089,03	4.485,54	0,67	2.983,14	-41.070,34	0
8	6.574,57	2.193,49	4.381,08	0,63	2.748,75	-36.689,26	0
9	6.574,57	2.303,16	4.271,41	0,59	2.528,24	-32.417,85	0
10	6.574,57	2.418,32	4.156,25	0,56	2.320,83	-28.261,60	0
11	6.574,57	2.539,23	4.035,34	0,53	2.125,76	-24.226,26	0
12	6.574,57	2.666,20	3.908,37	0,50	1.942,34	-20.317,89	0
13	6.574,57	2.799,51	3.775,06	0,47	1.769,90	-16.542,83	0
14	6.574,57	2.939,48	3.635,09	0,44	1.607,80	-12.907,74	0
15	6.574,57	3.086,46	3.488,11	0,42	1.455,47	-9.419,63	0
16	6.574,57	3.240,78	3.333,79	0,39	1.312,33	-6.085,83	0
17	6.574,57	3.402,82	3.171,75	0,37	1.177,88	-2.914,08	0
18	6.574,57	3.572,96	3.001,61	0,35	1.051,60	87,53	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	6.574,57	3.751,61	2.822,96	0,33	933,03	2.910,49	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	6.574,57	3.939,19	2.635,38	0,31	821,72	5.545,88	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	6.574,57	4.136,15	2.438,42	0,29	717,28	7.984,30	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	6.574,57	4.342,95	2.231,62	0,28	619,28	10.215,92	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	6.574,57	4.560,10	2.014,47	0,26	527,38	12.230,39	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	6.574,57	4.788,11	1.786,46	0,25	441,22	14.016,85	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	6.574,57	5.027,51	1.547,06	0,23	360,46	15.563,91	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-23.244,58</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 18 έτος.

## Σενάριο Εξοικονόμησης 2

### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
- Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		109.000,00	-109.000,00	1,00	-109.000,00	-109.000,00
1	7.186,00	0,00	7.186,00	0,94	6.779,25	-101.814,00
2	7.186,00	0,00	7.186,00	0,89	6.395,51	-94.628,00
3	7.186,00	0,00	7.186,00	0,84	6.033,50	-87.442,00
4	7.186,00	0,00	7.186,00	0,79	5.691,99	-80.256,00
5	7.186,00	0,00	7.186,00	0,75	5.369,80	-73.070,00
6	7.186,00	0,00	7.186,00	0,70	5.065,85	-65.884,00
7	7.186,00	0,00	7.186,00	0,67	4.779,10	-58.698,00
8	7.186,00	0,00	7.186,00	0,63	4.508,59	-51.512,00
9	7.186,00	0,00	7.186,00	0,59	4.253,38	-44.326,00
10	7.186,00	0,00	7.186,00	0,56	4.012,62	-37.140,00
11	7.186,00	0,00	7.186,00	0,53	3.785,50	-29.954,00
12	7.186,00	0,00	7.186,00	0,50	3.571,22	-22.768,00
13	7.186,00	0,00	7.186,00	0,47	3.369,08	-15.582,00
14	7.186,00	0,00	7.186,00	0,44	3.178,37	-8.396,00
15	7.186,00	0,00	7.186,00	0,42	2.998,47	-1.210,00
16	7.186,00	0,00	7.186,00	0,39	2.828,74	5.976,00
17	7.186,00	0,00	7.186,00	0,37	2.668,62	13.162,00
18	7.186,00	0,00	7.186,00	0,35	2.517,57	20.348,00
19	7.186,00	0,00	7.186,00	0,33	2.375,07	27.534,00
20	7.186,00	0,00	7.186,00	0,31	2.240,63	34.720,00
21	7.186,00	0,00	7.186,00	0,29	2.113,80	41.906,00
22	7.186,00	0,00	7.186,00	0,28	1.994,15	49.092,00
23	7.186,00	0,00	7.186,00	0,26	1.881,28	56.278,00
24	7.186,00	0,00	7.186,00	0,25	1.774,79	63.464,00
25	7.186,00	0,00	7.186,00	0,23	1.674,33	70.650,00
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-17.138,80</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 15,17 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΤΟΚΟΥΣ 100%**

Ετήσια Έσοδα	7.186,00
Κεφάλαιο	109.000,00
Επιτόκιο	5%
Διάρκεια σε Έτη	25
Υπολογισμός Χρεολυσίου	7.733,82

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	109.000,00	5.450,00	2.283,82	7.733,82	106.716,18
2	106.716,18	5.335,81	2.398,01	7.733,82	104.318,17
3	104.318,17	5.215,91	2.517,91	7.733,82	101.800,26
4	101.800,26	5.090,01	2.643,81	7.733,82	99.156,45
5	99.156,45	4.957,82	2.776,00	7.733,82	96.380,45
6	96.380,45	4.819,02	2.914,80	7.733,82	93.465,66
7	93.465,66	4.673,28	3.060,54	7.733,82	90.405,12
8	90.405,12	4.520,26	3.213,56	7.733,82	87.191,55
9	87.191,55	4.359,58	3.374,24	7.733,82	83.817,31
10	83.817,31	4.190,87	3.542,95	7.733,82	80.274,36
11	80.274,36	4.013,72	3.720,10	7.733,82	76.554,26
12	76.554,26	3.827,71	3.906,11	7.733,82	72.648,15
13	72.648,15	3.632,41	4.101,41	7.733,82	68.546,74
14	68.546,74	3.427,34	4.306,48	7.733,82	64.240,25
15	64.240,25	3.212,01	4.521,81	7.733,82	59.718,44
16	59.718,44	2.985,92	4.747,90	7.733,82	54.970,55
17	54.970,55	2.748,53	4.985,29	7.733,82	49.985,25
18	49.985,25	2.499,26	5.234,56	7.733,82	44.750,70
19	44.750,70	2.237,53	5.496,29	7.733,82	39.254,41
20	39.254,41	1.962,72	5.771,10	7.733,82	33.483,31
21	33.483,31	1.674,17	6.059,65	7.733,82	27.423,66
22	27.423,66	1.371,18	6.362,64	7.733,82	21.061,02
23	21.061,02	1.053,05	6.680,77	7.733,82	14.380,25
24	14.380,25	719,01	7.014,81	7.733,82	7.365,44
25	7.365,44	368,27	7.365,55	7.733,82	-0,10
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>84.345,40</b>	<b>109.000,10</b>	<b>193.345,50</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		109.000,00	-109.000,00	1,00	-109.000,00	-109.000,00	0
1	7.186,00	2.283,82	4.902,18	0,94	4.624,70	-104.097,82	0
2	7.186,00	2.398,01	4.787,99	0,89	4.261,29	-99.309,83	0
3	7.186,00	2.517,91	4.668,09	0,84	3.919,42	-94.641,74	0
4	7.186,00	2.643,81	4.542,19	0,79	3.597,84	-90.099,55	0
5	7.186,00	2.776,00	4.410,00	0,75	3.295,41	-85.689,55	0
6	7.186,00	2.914,80	4.271,20	0,70	3.011,03	-81.418,34	0
7	7.186,00	3.060,54	4.125,46	0,67	2.743,67	-77.292,88	0
8	7.186,00	3.213,56	3.972,44	0,63	2.492,36	-73.320,45	0
9	7.186,00	3.374,24	3.811,76	0,59	2.256,17	-69.508,69	0
10	7.186,00	3.542,95	3.643,05	0,56	2.034,26	-65.865,64	0
11	7.186,00	3.720,10	3.465,90	0,53	1.825,79	-62.399,74	0
12	7.186,00	3.906,11	3.279,89	0,50	1.630,01	-59.119,85	0
13	7.186,00	4.101,41	3.084,59	0,47	1.446,17	-56.035,26	0
14	7.186,00	4.306,48	2.879,52	0,44	1.273,61	-53.155,75	0
15	7.186,00	4.521,81	2.664,19	0,42	1.111,67	-50.491,56	0
16	7.186,00	4.747,90	2.438,10	0,39	959,75	-48.053,45	0
17	7.186,00	4.985,29	2.200,71	0,37	817,26	-45.852,75	0
18	7.186,00	5.234,56	1.951,44	0,35	683,68	-43.901,30	0
19	7.186,00	5.496,29	1.689,71	0,33	558,47	-42.211,59	0
20	7.186,00	5.771,10	1.414,90	0,31	441,17	-40.796,69	0
21	7.186,00	6.059,65	1.126,35	0,29	331,32	-39.670,34	0
22	7.186,00	6.362,64	823,36	0,28	228,49	-38.846,98	0
23	7.186,00	6.680,77	505,23	0,26	132,27	-38.341,75	0
24	7.186,00	7.014,81	171,19	0,25	42,28	-38.170,56	0
25	7.186,00	7.365,55	-179,55	0,23	-41,83	-38.350,10	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-65.323,74</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στην περίοδο των 25 ετών.

### Σενάριο Εξοικονόμησης 3

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		103.749,00	-103.749,00	1,00	-103.749,00	-103.749,00
1	7.730,00	0,00	7.730,00	0,94	7.292,45	-96.019,00
2	7.730,00	0,00	7.730,00	0,89	6.879,67	-88.289,00
3	7.730,00	0,00	7.730,00	0,84	6.490,26	-80.559,00
4	7.730,00	0,00	7.730,00	0,79	6.122,88	-72.829,00
5	7.730,00	0,00	7.730,00	0,75	5.776,31	-65.099,00
6	7.730,00	0,00	7.730,00	0,70	5.449,34	-57.369,00
7	7.730,00	0,00	7.730,00	0,67	5.140,89	-49.639,00
8	7.730,00	0,00	7.730,00	0,63	4.849,90	-41.909,00
9	7.730,00	0,00	7.730,00	0,59	4.575,38	-34.179,00
10	7.730,00	0,00	7.730,00	0,56	4.316,39	-26.449,00
11	7.730,00	0,00	7.730,00	0,53	4.072,07	-18.719,00
12	7.730,00	0,00	7.730,00	0,50	3.841,57	-10.989,00
13	7.730,00	0,00	7.730,00	0,47	3.624,13	-3.259,00
14	7.730,00	0,00	7.730,00	0,44	3.418,99	4.471,00
15	7.730,00	0,00	7.730,00	0,42	3.225,46	12.201,00
16	7.730,00	0,00	7.730,00	0,39	3.042,89	19.931,00
17	7.730,00	0,00	7.730,00	0,37	2.870,65	27.661,00
18	7.730,00	0,00	7.730,00	0,35	2.708,16	35.391,00
19	7.730,00	0,00	7.730,00	0,33	2.554,87	43.121,00
20	7.730,00	0,00	7.730,00	0,31	2.410,25	50.851,00
21	7.730,00	0,00	7.730,00	0,29	2.273,82	58.581,00
22	7.730,00	0,00	7.730,00	0,28	2.145,11	66.311,00
23	7.730,00	0,00	7.730,00	0,26	2.023,69	74.041,00
24	7.730,00	0,00	7.730,00	0,25	1.909,14	81.771,00
25	7.730,00	0,00	7.730,00	0,23	1.801,08	89.501,00
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-4.933,66</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 13,42 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	7.730,00
<b>Κεφάλαιο</b>	103.749,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	7.361,25

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	103.749,00	5.187,45	2.173,80	7.361,25	101.575,20
2	101.575,20	5.078,76	2.282,49	7.361,25	99.292,71
3	99.292,71	4.964,64	2.396,61	7.361,25	96.896,10
4	96.896,10	4.844,80	2.516,45	7.361,25	94.379,65
5	94.379,65	4.718,98	2.642,27	7.361,25	91.737,38
6	91.737,38	4.586,87	2.774,38	7.361,25	88.963,00
7	88.963,00	4.448,15	2.913,10	7.361,25	86.049,90
8	86.049,90	4.302,50	3.058,75	7.361,25	82.991,15
9	82.991,15	4.149,56	3.211,69	7.361,25	79.779,45
10	79.779,45	3.988,97	3.372,28	7.361,25	76.407,18
11	76.407,18	3.820,36	3.540,89	7.361,25	72.866,29
12	72.866,29	3.643,31	3.717,94	7.361,25	69.148,35
13	69.148,35	3.457,42	3.903,83	7.361,25	65.244,52
14	65.244,52	3.262,23	4.099,02	7.361,25	61.145,49
15	61.145,49	3.057,27	4.303,98	7.361,25	56.841,52
16	56.841,52	2.842,08	4.519,17	7.361,25	52.322,34
17	52.322,34	2.616,12	4.745,13	7.361,25	47.577,21
18	47.577,21	2.378,86	4.982,39	7.361,25	42.594,82
19	42.594,82	2.129,74	5.231,51	7.361,25	37.363,31
20	37.363,31	1.868,17	5.493,08	7.361,25	31.870,23
21	31.870,23	1.593,51	5.767,74	7.361,25	26.102,49
22	26.102,49	1.305,12	6.056,13	7.361,25	20.046,36
23	20.046,36	1.002,32	6.358,93	7.361,25	13.687,43
24	13.687,43	684,37	6.676,88	7.361,25	7.010,55
25	7.010,55	350,53	7.010,72	7.361,25	-0,17
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>80.282,08</b>	<b>103.749,17</b>	<b>184.031,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		103.749,00	-103.749,00	1,00	-103.749,00	-103.749,00	0
1	7.730,00	2.173,80	5.556,20	0,94	5.241,70	-98.192,80	0
2	7.730,00	2.282,49	5.447,51	0,89	4.848,26	-92.745,29	0
3	7.730,00	2.396,61	5.333,39	0,84	4.478,01	-87.411,90	0
4	7.730,00	2.516,45	5.213,55	0,79	4.129,62	-82.198,35	0
5	7.730,00	2.642,27	5.087,73	0,75	3.801,85	-77.110,62	0
6	7.730,00	2.774,38	4.955,62	0,70	3.493,52	-72.155,00	0
7	7.730,00	2.913,10	4.816,90	0,67	3.203,51	-67.338,10	0
8	7.730,00	3.058,75	4.671,25	0,63	2.930,80	-62.666,85	0
9	7.730,00	3.211,69	4.518,31	0,59	2.674,38	-58.148,55	0
10	7.730,00	3.372,28	4.357,72	0,56	2.433,33	-53.790,82	0
11	7.730,00	3.540,89	4.189,11	0,53	2.206,77	-49.601,71	0
12	7.730,00	3.717,94	4.012,06	0,50	1.993,87	-45.589,65	0
13	7.730,00	3.903,83	3.826,17	0,47	1.793,86	-41.763,48	0
14	7.730,00	4.099,02	3.630,98	0,44	1.605,98	-38.132,51	0
15	7.730,00	4.303,98	3.426,02	0,42	1.429,56	-34.706,48	0
16	7.730,00	4.519,17	3.210,83	0,39	1.263,93	-31.495,66	0
17	7.730,00	4.745,13	2.984,87	0,37	1.108,47	-28.510,79	0
18	7.730,00	4.982,39	2.747,61	0,35	962,61	-25.763,18	0
19	7.730,00	5.231,51	2.498,49	0,33	825,78	-23.264,69	0
20	7.730,00	5.493,08	2.236,92	0,31	697,48	-21.027,77	0
21	7.730,00	5.767,74	1.962,26	0,29	577,21	-19.065,51	0
22	7.730,00	6.056,13	1.673,87	0,28	464,51	-17.391,64	0
23	7.730,00	6.358,93	1.371,07	0,26	358,94	-16.020,57	0
24	7.730,00	6.676,88	1.053,12	0,25	260,10	-14.967,45	0
25	7.730,00	7.010,72	719,28	0,23	167,59	-14.248,17	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-50.797,34</b>		

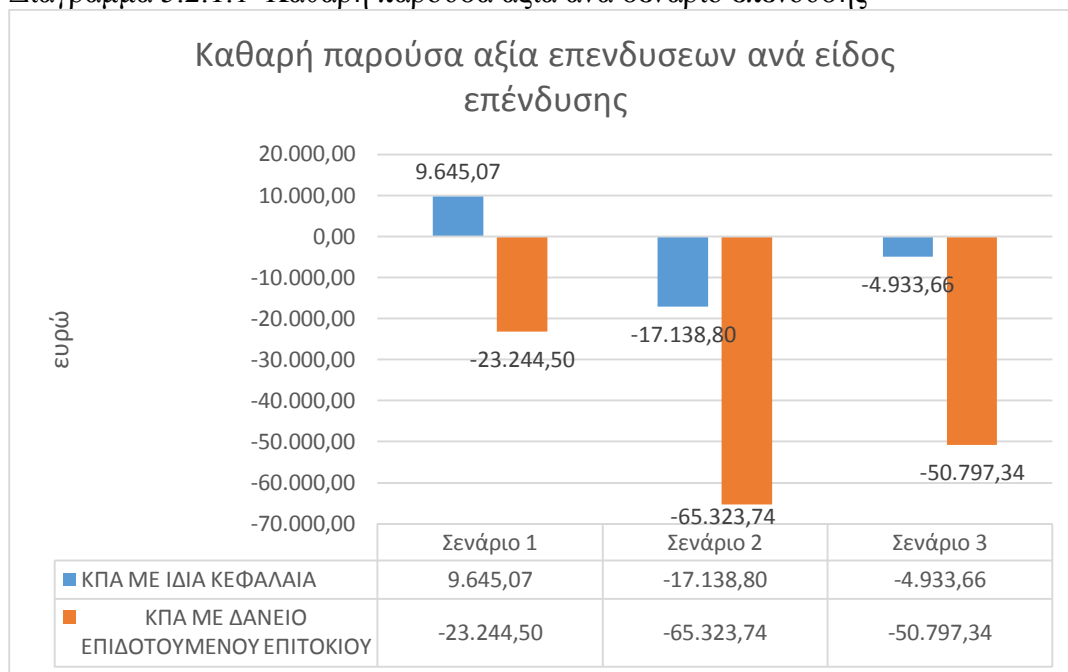
Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στην περίοδο των 25 ετών.

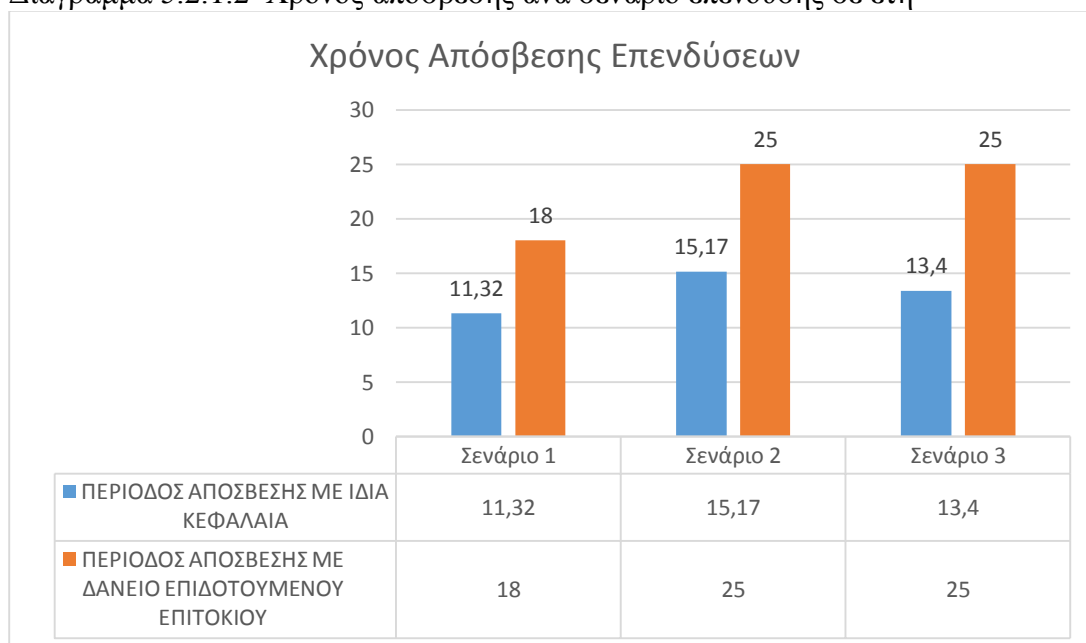
## Συμπεράσματα:

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα για την αξιολόγηση των σεναρίων επενδύσεων με βάση την ΚΠΑ και το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου.

Διάγραμμα 5.2.1.1 Καθαρή παρούσα αξία ανά σενάριο επένδυσης



Διάγραμμα 5.2.1.2 Χρόνος απόσβεσης ανά σενάριο επένδυσης σε έτη



Από τα διαγράμματα προκύπτει με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ ότι στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια, μόνο το σενάριο εξοικονόμησης 1 συμφέρει για να υλοποιηθεί. Το αρχικό κόστος των επεμβάσεων στα σενάρια 2 και 3 καθιστούν τις παραπάνω επενδύσεις



ασύμφορες για έναν υποψήφιο επενδυτή. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού με επιδοτούμενο επιτόκιο από το κράτος και τα τρία σενάρια καθίστανται ασύμφωνα οικονομικά με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ λόγω του κόστους κεφαλαίου το οποίο διαμορφώνεται περίπου στο 6% στον τομέα των κατασκευών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 1 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 12 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 18 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 2 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 16 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ με τραπεζικό δανεισμό δεν γίνεται απόσβεση εντός των 25 ετών που είναι και ο θεωρητικός χρόνος ζωής της επένδυσης. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην περίπτωση των ίδιων κεφαλαίων ώστε να μπορεί ο επενδυτής να ανακτήσει το αρχικό κεφάλαιο εντός του χρόνου ζωής της επένδυσης.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 3 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 14 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ με τραπεζικό δανεισμό δεν γίνεται απόσβεση εντός των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην περίπτωση των ίδιων κεφαλαίων ώστε να μπορεί ο επενδυτής να ανακτήσει το αρχικό κεφάλαιο εντός του χρόνου ζωής της επένδυσης.

Συμπεραίνουμε πως αν εξετάσουμε τις παραπάνω επένδυσης με όρους μόνο παρούσας αξίας τότε στις περισσότερες περιπτώσεις δεν θα προβεί σε αυτές ο πιθανός επενδυτής. Παρόλα αυτά επειδή μιλάμε για επενδύσεις εξοικονόμησης σε κτίρια, θεωρούμε πως είναι σημαντικά τα οφέλη και για την κοινωνία και για το περιβάλλον, αλλά και για τον ίδιο τον επενδυτή. Μπορεί λοιπόν να επενδύσει και να κερδίσει από την εξοικονόμησης χωρίς όμως να συγκρίνει το κέρδος με άλλου τύπου επενδύσεις κάνοντας αξιολόγηση με καθαρά οικονομικούς όρους, αλλά να προβεί σε αυτές εξετάζοντας κυρίως την ανάκτηση ή μη των αρχικών κεφαλαίων εντός του χρόνου ζωής της επένδυσης.

## 5.2.2 Διόροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

### Σενάριο Εξοικονόμησης 1

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		23.970,00	-23.970,00	1,00	-23.970,00	-23.970,00
1	2.701,43	0,00	2.701,43	0,94	2.548,52	-21.268,57
2	2.701,43	0,00	2.701,43	0,89	2.404,26	-18.567,14
3	2.701,43	0,00	2.701,43	0,84	2.268,17	-15.865,71
4	2.701,43	0,00	2.701,43	0,79	2.139,79	-13.164,28
5	2.701,43	0,00	2.701,43	0,75	2.018,67	-10.462,85
6	2.701,43	0,00	2.701,43	0,70	1.904,40	-7.761,42
7	2.701,43	0,00	2.701,43	0,67	1.796,61	-5.059,99
8	2.701,43	0,00	2.701,43	0,63	1.694,91	-2.358,56
9	2.701,43	0,00	2.701,43	0,59	1.598,97	342,87
10	2.701,43	0,00	2.701,43	0,56	1.508,46	3.044,30
11	2.701,43	0,00	2.701,43	0,53	1.423,08	5.745,73
12	2.701,43	0,00	2.701,43	0,50	1.342,53	8.447,16
13	2.701,43	0,00	2.701,43	0,47	1.266,54	11.148,59
14	2.701,43	0,00	2.701,43	0,44	1.194,85	13.850,02
15	2.701,43	0,00	2.701,43	0,42	1.127,21	16.551,45
16	2.701,43	0,00	2.701,43	0,39	1.063,41	19.252,88
17	2.701,43	0,00	2.701,43	0,37	1.003,21	21.954,31
18	2.701,43	0,00	2.701,43	0,35	946,43	24.655,74
19	2.701,43	0,00	2.701,43	0,33	892,86	27.357,17
20	2.701,43	0,00	2.701,43	0,31	842,32	30.058,60
21	2.701,43	0,00	2.701,43	0,29	794,64	32.760,03
22	2.701,43	0,00	2.701,43	0,28	749,66	35.461,46
23	2.701,43	0,00	2.701,43	0,26	707,23	38.162,89
24	2.701,43	0,00	2.701,43	0,25	667,20	40.864,32
25	2.701,43	0,00	2.701,43	0,23	629,43	43.565,75
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>10.563,34</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 8,87 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	2.701,43
<b>Κεφάλαιο</b>	23.970,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	1.700,74

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

<b>Έτη</b>	<b>Κεφάλαιο</b>	<b>Τόκος</b>	<b>Χρεολύσιο</b>	<b>Δόση (Τοκοχρεολύσιο)</b>	<b>Ανεξόφλητο Κεφάλαιο</b>
1	23.970,00	1.198,50	502,24	1.700,74	23.467,76
2	23.467,76	1.173,39	527,35	1.700,74	22.940,41
3	22.940,41	1.147,02	553,72	1.700,74	22.386,69
4	22.386,69	1.119,33	581,41	1.700,74	21.805,28
5	21.805,28	1.090,26	610,48	1.700,74	21.194,81
6	21.194,81	1.059,74	641,00	1.700,74	20.553,81
7	20.553,81	1.027,69	673,05	1.700,74	19.880,76
8	19.880,76	994,04	706,70	1.700,74	19.174,06
9	19.174,06	958,70	742,04	1.700,74	18.432,02
10	18.432,02	921,60	779,14	1.700,74	17.652,88
11	17.652,88	882,64	818,10	1.700,74	16.834,78
12	16.834,78	841,74	859,00	1.700,74	15.975,78
13	15.975,78	798,79	901,95	1.700,74	15.073,83
14	15.073,83	753,69	947,05	1.700,74	14.126,78
15	14.126,78	706,34	994,40	1.700,74	13.132,38
16	13.132,38	656,62	1.044,12	1.700,74	12.088,26
17	12.088,26	604,41	1.096,33	1.700,74	10.991,93
18	10.991,93	549,60	1.151,14	1.700,74	9.840,79
19	9.840,79	492,04	1.208,70	1.700,74	8.632,09
20	8.632,09	431,60	1.269,14	1.700,74	7.362,96
21	7.362,96	368,15	1.332,59	1.700,74	6.030,36
22	6.030,36	301,52	1.399,22	1.700,74	4.631,14
23	4.631,14	231,56	1.469,18	1.700,74	3.161,96
24	3.161,96	158,10	1.542,64	1.700,74	1.619,32
25	1.619,32	80,97	1.619,77	1.700,74	-0,46
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>18.548,04</b>	<b>23.970,46</b>	<b>42.518,50</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		23.970,00	-23.970,00	1,00	-23.970,00	-23.970,00	0
1	2.701,43	502,24	2.199,19	0,94	2.074,71	-21.770,81	0
2	2.701,43	527,35	2.174,08	0,89	1.934,92	-19.596,73	0
3	2.701,43	553,72	2.147,71	0,84	1.803,26	-17.449,02	0
4	2.701,43	581,41	2.120,02	0,79	1.679,26	-15.329,00	0
5	2.701,43	610,48	2.090,95	0,75	1.562,48	-13.238,04	0
6	2.701,43	641,00	2.060,43	0,70	1.452,52	-11.177,61	0
7	2.701,43	673,05	2.028,38	0,67	1.348,99	-9.149,23	0
8	2.701,43	706,70	1.994,73	0,63	1.251,52	-7.154,50	0
9	2.701,43	742,04	1.959,39	0,59	1.159,76	-5.195,11	0
10	2.701,43	779,14	1.922,29	0,56	1.073,40	-3.272,82	0
11	2.701,43	818,10	1.883,33	0,53	992,12	-1.389,49	0
12	2.701,43	859,00	1.842,43	0,50	915,63	452,94	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
13	2.701,43	901,95	1.799,48	0,47	843,67	2.252,42	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
14	2.701,43	947,05	1.754,38	0,44	775,96	4.006,80	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
15	2.701,43	994,40	1.707,03	0,42	712,28	5.713,83	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	2.701,43	1.044,12	1.657,31	0,39	652,39	7.371,14	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	2.701,43	1.096,33	1.605,10	0,37	596,08	8.976,24	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	2.701,43	1.151,14	1.550,29	0,35	543,13	10.526,53	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	2.701,43	1.208,70	1.492,73	0,33	493,37	12.019,26	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	2.701,43	1.269,14	1.432,29	0,31	446,60	13.451,56	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	2.701,43	1.332,59	1.368,84	0,29	402,65	14.820,39	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	2.701,43	1.399,22	1.302,21	0,28	361,37	16.122,60	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	2.701,43	1.469,18	1.232,25	0,26	322,60	17.354,85	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	2.701,43	1.542,64	1.158,79	0,25	286,20	18.513,64	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	2.701,43	1.619,77	1.081,66	0,23	252,02	19.595,29	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-33,12</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι οριακά αρνητική, με καθαρά οικονομικά κριτήρια δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της. Πιθανώς και να αξίζει να την υλοποιήσει εάν ο επενδυτής έχει και άλλα κριτήρια που θεωρεί σημαντικά, τα οποία πληρούνται από την παρούσα επένδυση και δεν είναι οικονομικά.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 12ο έτος.

## Σενάριο Εξοικονόμησης 2

### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		32.880,00	-32.880,00	1,00	-32.880,00	-32.880,00
1	3.325,54	0,00	3.325,54	0,94	3.137,30	-29.554,46
2	3.325,54	0,00	3.325,54	0,89	2.959,72	-26.228,92
3	3.325,54	0,00	3.325,54	0,84	2.792,19	-22.903,38
4	3.325,54	0,00	3.325,54	0,79	2.634,14	-19.577,84
5	3.325,54	0,00	3.325,54	0,75	2.485,04	-16.252,30
6	3.325,54	0,00	3.325,54	0,70	2.344,37	-12.926,76
7	3.325,54	0,00	3.325,54	0,67	2.211,67	-9.601,22
8	3.325,54	0,00	3.325,54	0,63	2.086,48	-6.275,68
9	3.325,54	0,00	3.325,54	0,59	1.968,38	-2.950,14
10	3.325,54	0,00	3.325,54	0,56	1.856,96	375,40
11	3.325,54	0,00	3.325,54	0,53	1.751,85	3.700,94
12	3.325,54	0,00	3.325,54	0,50	1.652,69	7.026,48
13	3.325,54	0,00	3.325,54	0,47	1.559,14	10.352,02
14	3.325,54	0,00	3.325,54	0,44	1.470,89	13.677,56
15	3.325,54	0,00	3.325,54	0,42	1.387,63	17.003,10
16	3.325,54	0,00	3.325,54	0,39	1.309,09	20.328,64
17	3.325,54	0,00	3.325,54	0,37	1.234,99	23.654,18
18	3.325,54	0,00	3.325,54	0,35	1.165,08	26.979,72
19	3.325,54	0,00	3.325,54	0,33	1.099,13	30.305,26
20	3.325,54	0,00	3.325,54	0,31	1.036,92	33.630,80
21	3.325,54	0,00	3.325,54	0,29	978,23	36.956,34
22	3.325,54	0,00	3.325,54	0,28	922,85	40.281,88
23	3.325,54	0,00	3.325,54	0,26	870,62	43.607,42
24	3.325,54	0,00	3.325,54	0,25	821,34	46.932,96
25	3.325,54	0,00	3.325,54	0,23	774,85	50.258,50
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>9.631,56</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 9,89 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΤΟΚΟΥΣ  
100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	3.325,54
<b>Κεφάλαιο</b>	32.880,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	2.332,92

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	32.880,00	1.644,00	688,92	2.332,92	32.191,08
2	32.191,08	1.609,55	723,37	2.332,92	31.467,71
3	31.467,71	1.573,39	759,53	2.332,92	30.708,18
4	30.708,18	1.535,41	797,51	2.332,92	29.910,67
5	29.910,67	1.495,53	837,39	2.332,92	29.073,28
6	29.073,28	1.453,66	879,26	2.332,92	28.194,03
7	28.194,03	1.409,70	923,22	2.332,92	27.270,81
8	27.270,81	1.363,54	969,38	2.332,92	26.301,43
9	26.301,43	1.315,07	1.017,85	2.332,92	25.283,58
10	25.283,58	1.264,18	1.068,74	2.332,92	24.214,84
11	24.214,84	1.210,74	1.122,18	2.332,92	23.092,66
12	23.092,66	1.154,63	1.178,29	2.332,92	21.914,37
13	21.914,37	1.095,72	1.237,20	2.332,92	20.677,17
14	20.677,17	1.033,86	1.299,06	2.332,92	19.378,11
15	19.378,11	968,91	1.364,01	2.332,92	18.014,10
16	18.014,10	900,70	1.432,22	2.332,92	16.581,88
17	16.581,88	829,09	1.503,83	2.332,92	15.078,05
18	15.078,05	753,90	1.579,02	2.332,92	13.499,04
19	13.499,04	674,95	1.657,97	2.332,92	11.841,07
20	11.841,07	592,05	1.740,87	2.332,92	10.100,20
21	10.100,20	505,01	1.827,91	2.332,92	8.272,29
22	8.272,29	413,61	1.919,31	2.332,92	6.352,99
23	6.352,99	317,65	2.015,27	2.332,92	4.337,72
24	4.337,72	216,89	2.116,03	2.332,92	2.221,68
25	2.221,68	111,08	2.221,84	2.332,92	-0,15
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>25.442,85</b>	<b>32.880,15</b>	<b>58.323,00</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		32.880,00	-32.880,00	1,00	-32.880,00	-32.880,00	0
1	3.325,54	688,92	2.636,62	0,94	2.487,38	-30.243,38	0
2	3.325,54	723,37	2.602,17	0,89	2.315,93	-27.641,21	0
3	3.325,54	759,53	2.566,01	0,84	2.154,47	-25.075,20	0
4	3.325,54	797,51	2.528,03	0,79	2.002,44	-22.547,17	0
5	3.325,54	837,39	2.488,15	0,75	1.859,29	-20.059,02	0
6	3.325,54	879,26	2.446,28	0,70	1.724,53	-17.612,73	0
7	3.325,54	923,22	2.402,32	0,67	1.597,68	-15.210,41	0
8	3.325,54	969,38	2.356,16	0,63	1.478,28	-12.854,25	0
9	3.325,54	1.017,85	2.307,69	0,59	1.365,92	-10.546,56	0
10	3.325,54	1.068,74	2.256,80	0,56	1.260,18	-8.289,76	0
11	3.325,54	1.122,18	2.203,36	0,53	1.160,70	-6.086,40	0
12	3.325,54	1.178,29	2.147,25	0,50	1.067,12	-3.939,15	0
13	3.325,54	1.237,20	2.088,34	0,47	979,09	-1.850,81	0
14	3.325,54	1.299,06	2.026,48	0,44	896,31	175,67	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
15	3.325,54	1.364,01	1.961,53	0,42	818,48	2.137,20	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	3.325,54	1.432,22	1.893,32	0,39	745,30	4.030,52	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	3.325,54	1.503,83	1.821,71	0,37	676,52	5.852,23	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	3.325,54	1.579,02	1.746,52	0,35	611,88	7.598,76	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	3.325,54	1.657,97	1.667,57	0,33	551,15	9.266,33	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	3.325,54	1.740,87	1.584,67	0,31	494,11	10.851,00	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	3.325,54	1.827,91	1.497,63	0,29	440,54	12.348,63	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	3.325,54	1.919,31	1.406,23	0,28	390,24	13.754,87	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	3.325,54	2.015,27	1.310,27	0,26	343,02	15.065,14	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	3.325,54	2.116,03	1.209,51	0,25	298,72	16.274,64	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	3.325,54	2.221,84	1.103,70	0,23	257,16	17.378,35	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-4.903,54</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει ο επενδυτής να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 14ο έτος.

### Σενάριο Εξοικονόμησης 3

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		29.693,00	-29.693,00	1,00	-29.693,00	-29.693,00
1	3.574,93	0,00	3.574,93	0,94	3.372,58	-26.118,07
2	3.574,93	0,00	3.574,93	0,89	3.181,67	-22.543,14
3	3.574,93	0,00	3.574,93	0,84	3.001,58	-18.968,21
4	3.574,93	0,00	3.574,93	0,79	2.831,68	-15.393,28
5	3.574,93	0,00	3.574,93	0,75	2.671,40	-11.818,35
6	3.574,93	0,00	3.574,93	0,70	2.520,18	-8.243,42
7	3.574,93	0,00	3.574,93	0,67	2.377,53	-4.668,49
8	3.574,93	0,00	3.574,93	0,63	2.242,96	-1.093,56
9	3.574,93	0,00	3.574,93	0,59	2.116,00	2.481,37
10	3.574,93	0,00	3.574,93	0,56	1.996,22	6.056,30
11	3.574,93	0,00	3.574,93	0,53	1.883,23	9.631,23
12	3.574,93	0,00	3.574,93	0,50	1.776,63	13.206,16
13	3.574,93	0,00	3.574,93	0,47	1.676,07	16.781,09
14	3.574,93	0,00	3.574,93	0,44	1.581,19	20.356,02
15	3.574,93	0,00	3.574,93	0,42	1.491,69	23.930,95
16	3.574,93	0,00	3.574,93	0,39	1.407,26	27.505,88
17	3.574,93	0,00	3.574,93	0,37	1.327,60	31.080,81
18	3.574,93	0,00	3.574,93	0,35	1.252,45	34.655,74
19	3.574,93	0,00	3.574,93	0,33	1.181,56	38.230,67
20	3.574,93	0,00	3.574,93	0,31	1.114,68	41.805,60
21	3.574,93	0,00	3.574,93	0,29	1.051,58	45.380,53
22	3.574,93	0,00	3.574,93	0,28	992,06	48.955,46
23	3.574,93	0,00	3.574,93	0,26	935,91	52.530,39
24	3.574,93	0,00	3.574,93	0,25	882,93	56.105,32
25	3.574,93	0,00	3.574,93	0,23	832,95	59.680,25
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>16.006,60</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 8,31 έτη.



**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	3.574,93
<b>Κεφάλαιο</b>	29.693,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	2.106,80

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	29.693,00	1.484,65	622,15	2.106,80	29.070,85
2	29.070,85	1.453,54	653,26	2.106,80	28.417,59
3	28.417,59	1.420,88	685,92	2.106,80	27.731,67
4	27.731,67	1.386,58	720,22	2.106,80	27.011,46
5	27.011,46	1.350,57	756,23	2.106,80	26.255,23
6	26.255,23	1.312,76	794,04	2.106,80	25.461,19
7	25.461,19	1.273,06	833,74	2.106,80	24.627,45
8	24.627,45	1.231,37	875,43	2.106,80	23.752,02
9	23.752,02	1.187,60	919,20	2.106,80	22.832,82
10	22.832,82	1.141,64	965,16	2.106,80	21.867,66
11	21.867,66	1.093,38	1.013,42	2.106,80	20.854,25
12	20.854,25	1.042,71	1.064,09	2.106,80	19.790,16
13	19.790,16	989,51	1.117,29	2.106,80	18.672,87
14	18.672,87	933,64	1.173,16	2.106,80	17.499,71
15	17.499,71	874,99	1.231,81	2.106,80	16.267,90
16	16.267,90	813,39	1.293,41	2.106,80	14.974,49
17	14.974,49	748,72	1.358,08	2.106,80	13.616,42
18	13.616,42	680,82	1.425,98	2.106,80	12.190,44
19	12.190,44	609,52	1.497,28	2.106,80	10.693,16
20	10.693,16	534,66	1.572,14	2.106,80	9.121,02
21	9.121,02	456,05	1.650,75	2.106,80	7.470,27
22	7.470,27	373,51	1.733,29	2.106,80	5.736,98
23	5.736,98	286,85	1.819,95	2.106,80	3.917,03
24	3.917,03	195,85	1.910,95	2.106,80	2.006,08
25	2.006,08	100,30	2.006,50	2.106,80	-0,41
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>22.976,59</b>	<b>29.693,41</b>	<b>52.670,00</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		29.693,00	-29.693,00	1,00	-29.693,00	-29.693,00	0
1	3.574,93	622,15	2.952,78	0,94	2.785,64	-26.740,22	0
2	3.574,93	653,26	2.921,67	0,89	2.600,28	-23.818,55	0
3	3.574,93	685,92	2.889,01	0,84	2.425,67	-20.929,54	0
4	3.574,93	720,22	2.854,71	0,79	2.261,20	-18.074,82	0
5	3.574,93	756,23	2.818,70	0,75	2.106,30	-15.256,12	0
6	3.574,93	794,04	2.780,89	0,70	1.960,42	-12.475,23	0
7	3.574,93	833,74	2.741,19	0,67	1.823,05	-9.734,04	0
8	3.574,93	875,43	2.699,50	0,63	1.693,70	-7.034,54	0
9	3.574,93	919,20	2.655,73	0,59	1.571,92	-4.378,81	0
10	3.574,93	965,16	2.609,77	0,56	1.457,28	-1.769,04	0
11	3.574,93	1.013,42	2.561,51	0,53	1.349,37	792,48	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
12	3.574,93	1.064,09	2.510,84	0,50	1.247,81	3.303,32	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
13	3.574,93	1.117,29	2.457,64	0,47	1.152,24	5.760,96	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
14	3.574,93	1.173,16	2.401,77	0,44	1.062,31	8.162,73	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
15	3.574,93	1.231,81	2.343,12	0,42	977,70	10.505,85	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	3.574,93	1.293,41	2.281,52	0,39	898,11	12.787,37	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	3.574,93	1.358,08	2.216,85	0,37	823,26	15.004,23	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	3.574,93	1.425,98	2.148,95	0,35	752,87	17.153,18	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	3.574,93	1.497,28	2.077,65	0,33	686,69	19.230,83	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	3.574,93	1.572,14	2.002,79	0,31	624,48	21.233,62	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	3.574,93	1.650,75	1.924,18	0,29	566,01	23.157,80	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	3.574,93	1.733,29	1.841,64	0,28	511,07	24.999,44	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	3.574,93	1.819,95	1.754,98	0,26	459,45	26.754,42	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	3.574,93	1.910,95	1.663,98	0,25	410,97	28.418,40	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	3.574,93	2.006,50	1.568,43	0,23	365,44	29.986,84	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>2.880,24</b>		

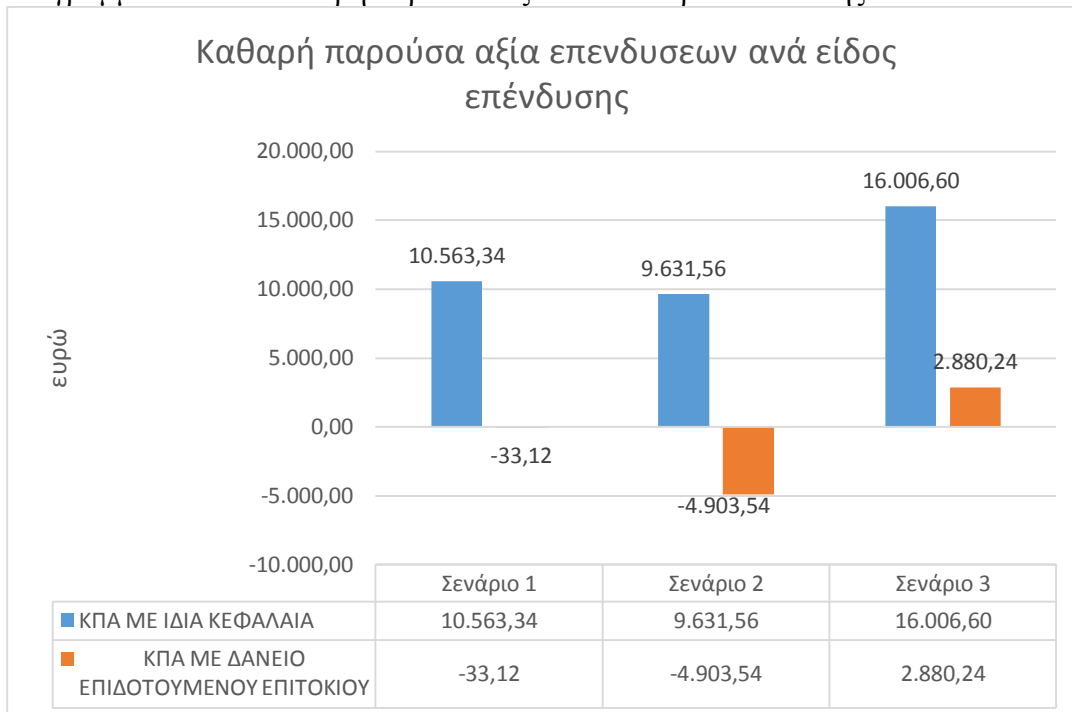
Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 11ο έτος.

## Συμπεράσματα:

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα για την αξιολόγηση των σεναρίων επενδύσεων με βάση την ΚΠΑ και το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου.

Διάγραμμα 5.2.2.1 Καθαρή παρούσα αξία ανά σενάριο επένδυσης



Διάγραμμα 5.2.2.2 Χρόνος απόσβεσης ανά σενάριο επένδυσης σε έτη



Από τα διαγράμματα προκύπτει με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ ότι στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης θα συνέφερε να υλοποιηθούν. Το αρχικό κόστος των επεμβάσεων δείχνει να αποσβένεται και ο επενδυτής ανακτά το κεφάλαιο και ένα προσδοκώμενο κέρδος. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού με επιδοτούμενο επιτόκιο από το κράτος το σενάριο εξοικονόμησης 3 θεωρείται οικονομικά συμφέρον με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ, αλλά και το σενάριο 1 λόγω του ότι είναι σχεδόν μηδενική η ΚΠΑ του στο τέλος των 25 χρόνων είναι καθαρά στην κρίση του επενδυτή το αν θα το επιλέξει η όχι. Το σενάριο 2 δείχνει ασύμφορο σε αυτή την περίπτωση.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 1 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 9 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 12 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 2 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 10 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 14 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πριν το τέλος 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 3 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 9 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 11 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πολύ πριν το τέλος 25 ετών.

Μπορούμε επομένως να υποστηρίξουμε πως ο επενδυτής θα προτιμήσει ένα εκ των σεναρίων εξοικονόμησης 1 και 3 για την επένδυση στο κτίριό του.

## 5.2.3 Ισόγειο κτίριο καταστήματος

### Σενάριο Εξοικονόμησης 1

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ		
0		10.070,00	-10.070,00	1,00	-10.070,00	-10.070,00	
1	1.014,89	0,00	1.014,89	0,94	957,44	-9.055,11	
2	1.014,89	0,00	1.014,89	0,89	903,25	-8.040,22	
3	1.014,89	0,00	1.014,89	0,84	852,12	-7.025,33	
4	1.014,89	0,00	1.014,89	0,79	803,89	-6.010,44	
5	1.014,89	0,00	1.014,89	0,75	758,38	-4.995,55	
6	1.014,89	0,00	1.014,89	0,70	715,46	-3.980,66	
7	1.014,89	0,00	1.014,89	0,67	674,96	-2.965,77	
8	1.014,89	0,00	1.014,89	0,63	636,75	-1.950,88	
9	1.014,89	0,00	1.014,89	0,59	600,71	-935,99	
10	1.014,89	0,00	1.014,89	0,56	566,71	78,90	
11	1.014,89	0,00	1.014,89	0,53	534,63	1.093,79	
12	1.014,89	0,00	1.014,89	0,50	504,37	2.108,68	
13	1.014,89	0,00	1.014,89	0,47	475,82	3.123,57	
14	1.014,89	0,00	1.014,89	0,44	448,89	4.138,46	
15	1.014,89	0,00	1.014,89	0,42	423,48	5.153,35	
16	1.014,89	0,00	1.014,89	0,39	399,51	6.168,24	
17	1.014,89	0,00	1.014,89	0,37	376,89	7.183,13	
18	1.014,89	0,00	1.014,89	0,35	355,56	8.198,02	
19	1.014,89	0,00	1.014,89	0,33	335,43	9.212,91	
20	1.014,89	0,00	1.014,89	0,31	316,45	10.227,80	
21	1.014,89	0,00	1.014,89	0,29	298,54	11.242,69	
22	1.014,89	0,00	1.014,89	0,28	281,64	12.257,58	
23	1.014,89	0,00	1.014,89	0,26	265,70	13.272,47	
24	1.014,89	0,00	1.014,89	0,25	250,66	14.287,36	
25	1.014,89	0,00	1.014,89	0,23	236,47	15.302,25	
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>2.903,70</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 9,92 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	1.014,89
<b>Κεφάλαιο</b>	10.070,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	714,50

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

<b>Έτη</b>	<b>Κεφάλαιο</b>	<b>Τόκος</b>	<b>Χρεολύσιο</b>	<b>Δόση (Τοκοχρεολύσιο)</b>	<b>Ανεξόφλητο Κεφάλαιο</b>
1	10.070,00	503,50	211,00	714,50	9.859,00
2	9.859,00	492,95	221,55	714,50	9.637,45
3	9.637,45	481,87	232,63	714,50	9.404,82
4	9.404,82	470,24	244,26	714,50	9.160,56
5	9.160,56	458,03	256,47	714,50	8.904,09
6	8.904,09	445,20	269,30	714,50	8.634,80
7	8.634,80	431,74	282,76	714,50	8.352,04
8	8.352,04	417,60	296,90	714,50	8.055,14
9	8.055,14	402,76	311,74	714,50	7.743,39
10	7.743,39	387,17	327,33	714,50	7.416,06
11	7.416,06	370,80	343,70	714,50	7.072,37
12	7.072,37	353,62	360,88	714,50	6.711,49
13	6.711,49	335,57	378,93	714,50	6.332,56
14	6.332,56	316,63	397,87	714,50	5.934,69
15	5.934,69	296,73	417,77	714,50	5.516,92
16	5.516,92	275,85	438,65	714,50	5.078,27
17	5.078,27	253,91	460,59	714,50	4.617,68
18	4.617,68	230,88	483,62	714,50	4.134,07
19	4.134,07	206,70	507,80	714,50	3.626,27
20	3.626,27	181,31	533,19	714,50	3.093,08
21	3.093,08	154,65	559,85	714,50	2.533,24
22	2.533,24	126,66	587,84	714,50	1.945,40
23	1.945,40	97,27	617,23	714,50	1.328,17
24	1.328,17	66,41	648,09	714,50	680,08
25	680,08	34,00	680,50	714,50	-0,42
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>7.792,08</b>	<b>10.070,42</b>	<b>17.862,50</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		10.070,00	-10.070,00	1,00	-10.070,00	-10.070,00	0
1	1.014,89	211,00	803,89	0,94	758,39	-9.266,11	0
2	1.014,89	221,55	793,34	0,89	706,07	-8.472,77	0
3	1.014,89	232,63	782,26	0,84	656,80	-7.690,51	0
4	1.014,89	244,26	770,63	0,79	610,41	-6.919,88	0
5	1.014,89	256,47	758,42	0,75	566,73	-6.161,46	0
6	1.014,89	269,30	745,59	0,70	525,61	-5.415,86	0
7	1.014,89	282,76	732,13	0,67	486,91	-4.683,73	0
8	1.014,89	296,90	717,99	0,63	450,48	-3.965,74	0
9	1.014,89	311,74	703,15	0,59	416,19	-3.262,60	0
10	1.014,89	327,33	687,56	0,56	383,93	-2.575,04	0
11	1.014,89	343,70	671,19	0,53	353,58	-1.903,84	0
12	1.014,89	360,88	654,01	0,50	325,02	-1.249,83	0
13	1.014,89	378,93	635,96	0,47	298,16	-613,87	0
14	1.014,89	397,87	617,02	0,44	272,91	3,15	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
15	1.014,89	417,77	597,12	0,42	249,16	600,27	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	1.014,89	438,65	576,24	0,39	226,83	1.176,51	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	1.014,89	460,59	554,30	0,37	205,85	1.730,81	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	1.014,89	483,62	531,27	0,35	186,13	2.262,09	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	1.014,89	507,80	507,09	0,33	167,60	2.769,18	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	1.014,89	533,19	481,70	0,31	150,20	3.250,88	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	1.014,89	559,85	455,04	0,29	133,85	3.705,93	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	1.014,89	587,84	427,05	0,28	118,51	4.132,98	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	1.014,89	617,23	397,66	0,26	104,11	4.530,64	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	1.014,89	648,09	366,80	0,25	90,59	4.897,44	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	1.014,89	680,50	334,39	0,23	77,91	5.231,83	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-1.548,06</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 14ο έτος.

## Σενάριο Εξοικονόμησης 2

### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
- Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		11.495,00	-11.495,00	1,00	-11.495,00	-11.495,00
1	1.126,47	0,00	1.126,47	0,94	1.062,71	-10.368,53
2	1.126,47	0,00	1.126,47	0,89	1.002,55	-9.242,06
3	1.126,47	0,00	1.126,47	0,84	945,81	-8.115,59
4	1.126,47	0,00	1.126,47	0,79	892,27	-6.989,12
5	1.126,47	0,00	1.126,47	0,75	841,76	-5.862,65
6	1.126,47	0,00	1.126,47	0,70	794,12	-4.736,18
7	1.126,47	0,00	1.126,47	0,67	749,17	-3.609,71
8	1.126,47	0,00	1.126,47	0,63	706,76	-2.483,24
9	1.126,47	0,00	1.126,47	0,59	666,76	-1.356,77
10	1.126,47	0,00	1.126,47	0,56	629,01	-230,30
11	1.126,47	0,00	1.126,47	0,53	593,41	896,17
12	1.126,47	0,00	1.126,47	0,50	559,82	2.022,64
13	1.126,47	0,00	1.126,47	0,47	528,13	3.149,11
14	1.126,47	0,00	1.126,47	0,44	498,24	4.275,58
15	1.126,47	0,00	1.126,47	0,42	470,04	5.402,05
16	1.126,47	0,00	1.126,47	0,39	443,43	6.528,52
17	1.126,47	0,00	1.126,47	0,37	418,33	7.654,99
18	1.126,47	0,00	1.126,47	0,35	394,65	8.781,46
19	1.126,47	0,00	1.126,47	0,33	372,31	9.907,93
20	1.126,47	0,00	1.126,47	0,31	351,24	11.034,40
21	1.126,47	0,00	1.126,47	0,29	331,36	12.160,87
22	1.126,47	0,00	1.126,47	0,28	312,60	13.287,34
23	1.126,47	0,00	1.126,47	0,26	294,91	14.413,81
24	1.126,47	0,00	1.126,47	0,25	278,21	15.540,28
25	1.126,47	0,00	1.126,47	0,23	262,47	16.666,75
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>2.905,07</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 10,2 έτη.



**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	1.126,47
<b>Κεφάλαιο</b>	11.495,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	815,61

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	11.495,00	574,75	240,86	815,61	11.254,14
2	11.254,14	562,71	252,90	815,61	11.001,24
3	11.001,24	550,06	265,55	815,61	10.735,69
4	10.735,69	536,78	278,83	815,61	10.456,86
5	10.456,86	522,84	292,77	815,61	10.164,10
6	10.164,10	508,20	307,41	815,61	9.856,69
7	9.856,69	492,83	322,78	815,61	9.533,92
8	9.533,92	476,70	338,91	815,61	9.195,00
9	9.195,00	459,75	355,86	815,61	8.839,14
10	8.839,14	441,96	373,65	815,61	8.465,49
11	8.465,49	423,27	392,34	815,61	8.073,15
12	8.073,15	403,66	411,95	815,61	7.661,20
13	7.661,20	383,06	432,55	815,61	7.228,65
14	7.228,65	361,43	454,18	815,61	6.774,47
15	6.774,47	338,72	476,89	815,61	6.297,59
16	6.297,59	314,88	500,73	815,61	5.796,86
17	5.796,86	289,84	525,77	815,61	5.271,09
18	5.271,09	263,55	552,06	815,61	4.719,03
19	4.719,03	235,95	579,66	815,61	4.139,38
20	4.139,38	206,97	608,64	815,61	3.530,73
21	3.530,73	176,54	639,07	815,61	2.891,66
22	2.891,66	144,58	671,03	815,61	2.220,63
23	2.220,63	111,03	704,58	815,61	1.516,06
24	1.516,06	75,80	739,81	815,61	776,25
25	776,25	38,81	776,80	815,61	-0,55
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>8.894,70</b>	<b>11.495,55</b>	<b>20.390,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		11.495,00	-11.495,00	1,00	-11.495,00	-11.495,00	0
1	1.126,47	240,86	885,61	0,94	835,48	-10.609,39	0
2	1.126,47	252,90	873,57	0,89	777,47	-9.735,82	0
3	1.126,47	265,55	860,92	0,84	722,85	-8.874,90	0
4	1.126,47	278,83	847,64	0,79	671,41	-8.027,26	0
5	1.126,47	292,77	833,70	0,75	622,99	-7.193,55	0
6	1.126,47	307,41	819,06	0,70	577,41	-6.374,49	0
7	1.126,47	322,78	803,69	0,67	534,50	-5.570,79	0
8	1.126,47	338,91	787,56	0,63	494,12	-4.783,24	0
9	1.126,47	355,86	770,61	0,59	456,12	-4.012,63	0
10	1.126,47	373,65	752,82	0,56	420,37	-3.259,81	0
11	1.126,47	392,34	734,13	0,53	386,73	-2.525,68	0
12	1.126,47	411,95	714,52	0,50	355,09	-1.811,16	0
13	1.126,47	432,55	693,92	0,47	325,34	-1.117,24	0
14	1.126,47	454,18	672,29	0,44	297,36	-444,95	0
15	1.126,47	476,89	649,58	0,42	271,05	204,64	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	1.126,47	500,73	625,74	0,39	246,32	830,38	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	1.126,47	525,77	600,70	0,37	223,08	1.431,08	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	1.126,47	552,06	574,41	0,35	201,24	2.005,49	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	1.126,47	579,66	546,81	0,33	180,73	2.552,31	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	1.126,47	608,64	517,83	0,31	161,46	3.070,13	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	1.126,47	639,07	487,40	0,29	143,37	3.557,53	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	1.126,47	671,03	455,44	0,28	126,39	4.012,97	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	1.126,47	704,58	421,89	0,26	110,45	4.434,87	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	1.126,47	739,81	386,66	0,25	95,50	4.821,53	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	1.126,47	776,80	349,67	0,23	81,47	5.171,20	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-2.176,69</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 15ο έτος.

### Σενάριο Εξοικονόμησης 3

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		10.737,00	-10.737,00	1,00	-10.737,00	-10.737,00
1	1.126,47	0,00	1.126,47	0,94	1.062,71	-9.610,53
2	1.126,47	0,00	1.126,47	0,89	1.002,55	-8.484,06
3	1.126,47	0,00	1.126,47	0,84	945,81	-7.357,59
4	1.126,47	0,00	1.126,47	0,79	892,27	-6.231,12
5	1.126,47	0,00	1.126,47	0,75	841,76	-5.104,65
6	1.126,47	0,00	1.126,47	0,70	794,12	-3.978,18
7	1.126,47	0,00	1.126,47	0,67	749,17	-2.851,71
8	1.126,47	0,00	1.126,47	0,63	706,76	-1.725,24
9	1.126,47	0,00	1.126,47	0,59	666,76	-598,77
10	1.126,47	0,00	1.126,47	0,56	629,01	527,70
11	1.126,47	0,00	1.126,47	0,53	593,41	1.654,17
12	1.126,47	0,00	1.126,47	0,50	559,82	2.780,64
13	1.126,47	0,00	1.126,47	0,47	528,13	3.907,11
14	1.126,47	0,00	1.126,47	0,44	498,24	5.033,58
15	1.126,47	0,00	1.126,47	0,42	470,04	6.160,05
16	1.126,47	0,00	1.126,47	0,39	443,43	7.286,52
17	1.126,47	0,00	1.126,47	0,37	418,33	8.412,99
18	1.126,47	0,00	1.126,47	0,35	394,65	9.539,46
19	1.126,47	0,00	1.126,47	0,33	372,31	10.665,93
20	1.126,47	0,00	1.126,47	0,31	351,24	11.792,40
21	1.126,47	0,00	1.126,47	0,29	331,36	12.918,87
22	1.126,47	0,00	1.126,47	0,28	312,60	14.045,34
23	1.126,47	0,00	1.126,47	0,26	294,91	15.171,81
24	1.126,47	0,00	1.126,47	0,25	278,21	16.298,28
25	1.126,47	0,00	1.126,47	0,23	262,47	17.424,75
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>3.663,07</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 9,53 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	1.126,47
<b>Κεφάλαιο</b>	10.737,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	761,83

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	10.737,00	536,85	224,98	761,83	10.512,02
2	10.512,02	525,60	236,23	761,83	10.275,79
3	10.275,79	513,79	248,04	761,83	10.027,75
4	10.027,75	501,39	260,44	761,83	9.767,31
5	9.767,31	488,37	273,46	761,83	9.493,84
6	9.493,84	474,69	287,14	761,83	9.206,71
7	9.206,71	460,34	301,49	761,83	8.905,21
8	8.905,21	445,26	316,57	761,83	8.588,64
9	8.588,64	429,43	332,40	761,83	8.256,24
10	8.256,24	412,81	349,02	761,83	7.907,23
11	7.907,23	395,36	366,47	761,83	7.540,76
12	7.540,76	377,04	384,79	761,83	7.155,96
13	7.155,96	357,80	404,03	761,83	6.751,93
14	6.751,93	337,60	424,23	761,83	6.327,70
15	6.327,70	316,38	445,45	761,83	5.882,25
16	5.882,25	294,11	467,72	761,83	5.414,54
17	5.414,54	270,73	491,10	761,83	4.923,43
18	4.923,43	246,17	515,66	761,83	4.407,78
19	4.407,78	220,39	541,44	761,83	3.866,33
20	3.866,33	193,32	568,51	761,83	3.297,82
21	3.297,82	164,89	596,94	761,83	2.700,88
22	2.700,88	135,04	626,79	761,83	2.074,10
23	2.074,10	103,70	658,13	761,83	1.415,97
24	1.415,97	70,80	691,03	761,83	724,94
25	724,94	36,25	725,58	761,83	-0,64
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>8.308,11</b>	<b>10.737,64</b>	<b>19.045,75</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		10.737,00	-10.737,00	1,00	-10.737,00	-10.737,00	0
1	1.126,47	224,98	901,49	0,94	850,46	-9.835,51	0
2	1.126,47	236,23	890,24	0,89	792,31	-8.945,27	0
3	1.126,47	248,04	878,43	0,84	737,55	-8.066,84	0
4	1.126,47	260,44	866,03	0,79	685,97	-7.200,81	0
5	1.126,47	273,46	853,01	0,75	637,42	-6.347,81	0
6	1.126,47	287,14	839,33	0,70	591,70	-5.508,47	0
7	1.126,47	301,49	824,98	0,67	548,66	-4.683,50	0
8	1.126,47	316,57	809,90	0,63	508,14	-3.873,60	0
9	1.126,47	332,40	794,07	0,59	470,01	-3.079,53	0
10	1.126,47	349,02	777,45	0,56	434,13	-2.302,07	0
11	1.126,47	366,47	760,00	0,53	400,36	-1.542,07	0
12	1.126,47	384,79	741,68	0,50	368,59	-800,40	0
13	1.126,47	404,03	722,44	0,47	338,71	-77,96	0
14	1.126,47	424,23	702,24	0,44	310,60	624,28	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
15	1.126,47	445,45	681,02	0,42	284,17	1.305,30	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	1.126,47	467,72	658,75	0,39	259,32	1.964,06	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	1.126,47	491,10	635,37	0,37	235,95	2.599,42	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	1.126,47	515,66	610,81	0,35	213,99	3.210,24	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	1.126,47	541,44	585,03	0,33	193,36	3.795,26	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	1.126,47	568,51	557,96	0,31	173,97	4.353,22	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	1.126,47	596,94	529,53	0,29	155,76	4.882,75	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	1.126,47	626,79	499,68	0,28	138,66	5.382,44	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	1.126,47	658,13	468,34	0,26	122,61	5.850,78	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	1.126,47	691,03	435,44	0,25	107,54	6.286,22	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	1.126,47	725,58	400,89	0,23	93,41	6.687,11	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-1.083,65</b>		

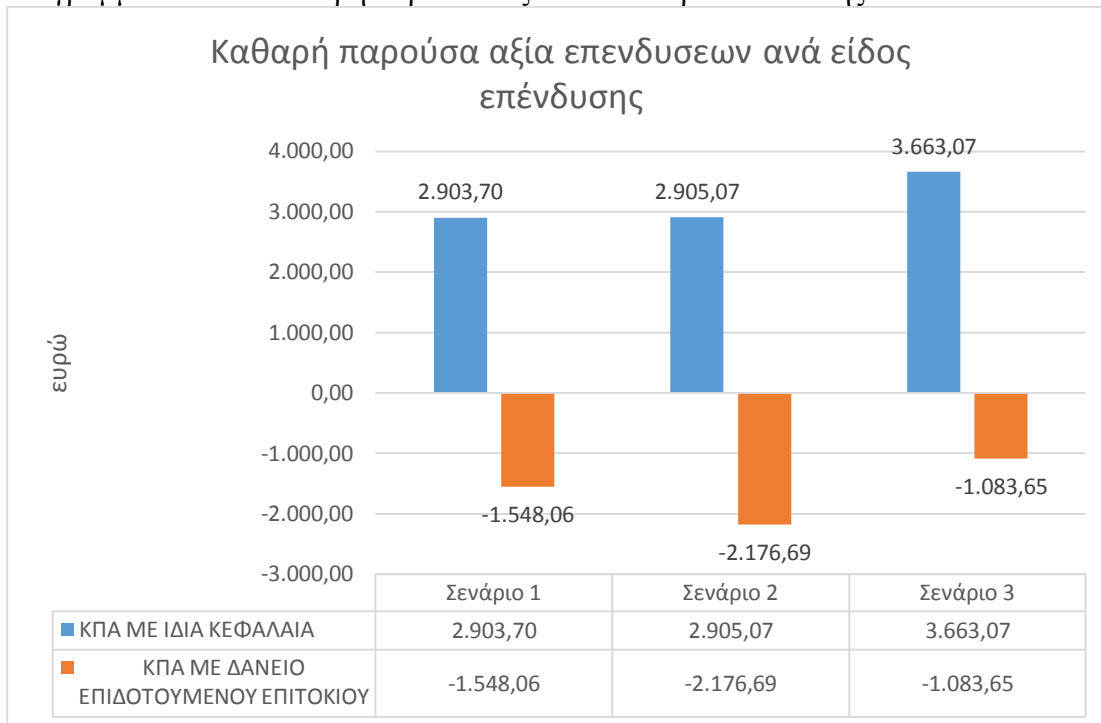
Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 14ο έτος.

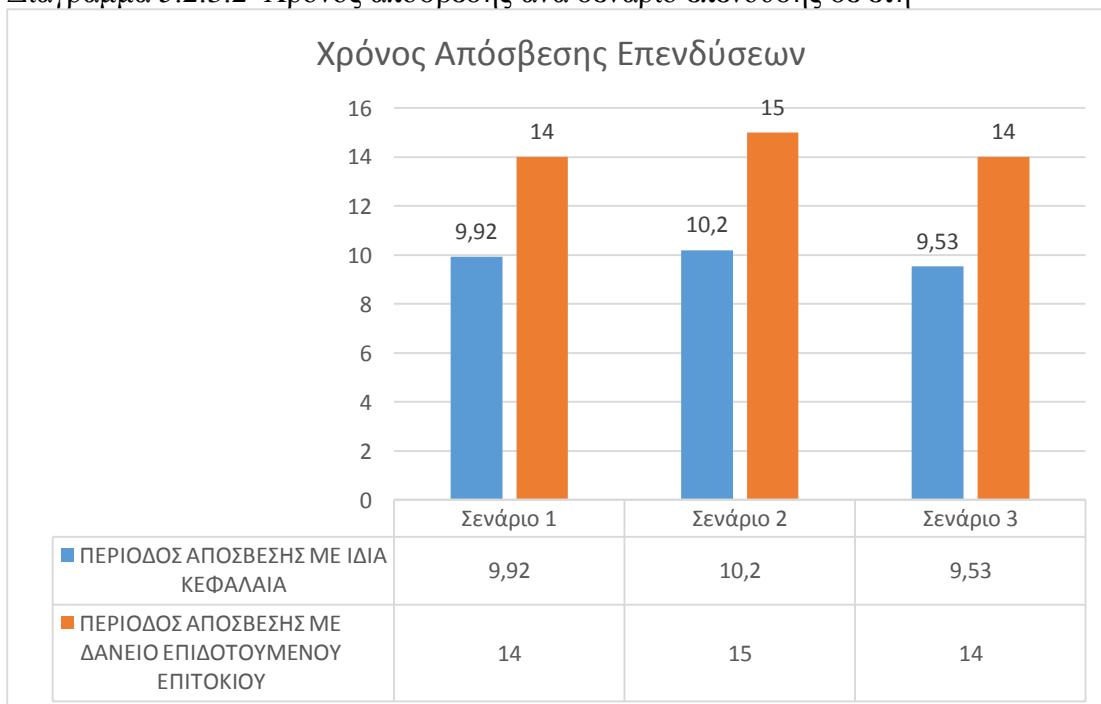
## Συμπεράσματα:

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα για την αξιολόγηση των σεναρίων επενδύσεων με βάση την ΚΠΑ και το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου.

Διάγραμμα 5.2.5.1 Καθαρή παρούσα αξία ανά σενάριο επένδυσης



Διάγραμμα 5.2.3.2 Χρόνος απόσβεσης ανά σενάριο επένδυσης σε έτη



Από τα διαγράμματα προκύπτει με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ ότι στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης θα συνέφερε να υλοποιηθούν. Το αρχικό κόστος των επεμβάσεων δείχνει να αποσβένεται και ο επενδυτής ανακτά το κεφάλαιο και ένα προσδοκώμενο κέρδος. Το σενάριο 3 δείχνει μάλιστα να είναι πιο κερδοφόρο για τον υποψήφιο επενδυτή. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού με επιδοτούμενο επιτόκιο από το κράτος, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ δείχνουν ασύμφορα.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 1 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 10 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 14 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 2 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 11 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 15 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πριν το τέλος 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 3 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 10 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 14 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πολύ πριν το τέλος 25 ετών.

Μπορούμε επομένως να υποστηρίξουμε πως ο επενδυτής θα προτιμήσει το σενάριο εξοικονόμησης 3 καθώς δείχνει να είναι αυτό με την υψηλότερη απόδοση.

## 5.2.4 Πενταώροφο κτίριο πολυκατοικίας με πιλοτή

### Σενάριο εξοικονόμησης 1

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ		
0		54.696,00	-54.696,00	1,00	-54.696,00	-54.696,00	
1	3.899,72	0,00	3.899,72	0,94	3.678,98	-50.796,28	
2	3.899,72	0,00	3.899,72	0,89	3.470,74	-46.896,56	
3	3.899,72	0,00	3.899,72	0,84	3.274,28	-42.996,84	
4	3.899,72	0,00	3.899,72	0,79	3.088,94	-39.097,12	
5	3.899,72	0,00	3.899,72	0,75	2.914,10	-35.197,40	
6	3.899,72	0,00	3.899,72	0,70	2.749,15	-31.297,68	
7	3.899,72	0,00	3.899,72	0,67	2.593,54	-27.397,96	
8	3.899,72	0,00	3.899,72	0,63	2.446,73	-23.498,24	
9	3.899,72	0,00	3.899,72	0,59	2.308,24	-19.598,52	
10	3.899,72	0,00	3.899,72	0,56	2.177,58	-15.698,80	
11	3.899,72	0,00	3.899,72	0,53	2.054,32	-11.799,08	
12	3.899,72	0,00	3.899,72	0,50	1.938,04	-7.899,36	
13	3.899,72	0,00	3.899,72	0,47	1.828,34	-3.999,64	
14	3.899,72	0,00	3.899,72	0,44	1.724,85	-99,92	
15	3.899,72	0,00	3.899,72	0,42	1.627,22	3.799,80	
16	3.899,72	0,00	3.899,72	0,39	1.535,11	7.699,52	
17	3.899,72	0,00	3.899,72	0,37	1.448,22	11.599,24	
18	3.899,72	0,00	3.899,72	0,35	1.366,24	15.498,96	
19	3.899,72	0,00	3.899,72	0,33	1.288,91	19.398,68	
20	3.899,72	0,00	3.899,72	0,31	1.215,95	23.298,40	
21	3.899,72	0,00	3.899,72	0,29	1.147,12	27.198,12	
22	3.899,72	0,00	3.899,72	0,28	1.082,19	31.097,84	
23	3.899,72	0,00	3.899,72	0,26	1.020,94	34.997,56	
24	3.899,72	0,00	3.899,72	0,25	963,15	38.897,28	
25	3.899,72	0,00	3.899,72	0,23	908,63	42.797,00	
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-4.844,49</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 14,03 έτη.



**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	3.899,72
<b>Κεφάλαιο</b>	54.696,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	3.880,82

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	54.696,00	2.734,80	1.146,02	3.880,82	53.549,98
2	53.549,98	2.677,50	1.203,32	3.880,82	52.346,66
3	52.346,66	2.617,33	1.263,49	3.880,82	51.083,17
4	51.083,17	2.554,16	1.326,66	3.880,82	49.756,51
5	49.756,51	2.487,83	1.392,99	3.880,82	48.363,52
6	48.363,52	2.418,18	1.462,64	3.880,82	46.900,87
7	46.900,87	2.345,04	1.535,78	3.880,82	45.365,10
8	45.365,10	2.268,25	1.612,57	3.880,82	43.752,53
9	43.752,53	2.187,63	1.693,19	3.880,82	42.059,34
10	42.059,34	2.102,97	1.777,85	3.880,82	40.281,48
11	40.281,48	2.014,07	1.866,75	3.880,82	38.414,74
12	38.414,74	1.920,74	1.960,08	3.880,82	36.454,65
13	36.454,65	1.822,73	2.058,09	3.880,82	34.396,57
14	34.396,57	1.719,83	2.160,99	3.880,82	32.235,58
15	32.235,58	1.611,78	2.269,04	3.880,82	29.966,53
16	29.966,53	1.498,33	2.382,49	3.880,82	27.584,04
17	27.584,04	1.379,20	2.501,62	3.880,82	25.082,42
18	25.082,42	1.254,12	2.626,70	3.880,82	22.455,72
19	22.455,72	1.122,79	2.758,03	3.880,82	19.697,69
20	19.697,69	984,88	2.895,94	3.880,82	16.801,76
21	16.801,76	840,09	3.040,73	3.880,82	13.761,02
22	13.761,02	688,05	3.192,77	3.880,82	10.568,25
23	10.568,25	528,41	3.352,41	3.880,82	7.215,85
24	7.215,85	360,79	3.520,03	3.880,82	3.695,82
25	3.695,82	184,79	3.696,03	3.880,82	-0,21
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>42.324,29</b>	<b>54.696,21</b>	<b>97.020,50</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		54.696,00	-54.696,00	1,00	-54.696,00	-54.696,00	0
1	3.899,72	1.146,02	2.753,70	0,94	2.597,83	-51.942,30	0
2	3.899,72	1.203,32	2.696,40	0,89	2.399,79	-49.245,90	0
3	3.899,72	1.263,49	2.636,23	0,84	2.213,43	-46.609,67	0
4	3.899,72	1.326,66	2.573,06	0,79	2.038,10	-44.036,61	0
5	3.899,72	1.392,99	2.506,73	0,75	1.873,17	-41.529,88	0
6	3.899,72	1.462,64	2.437,08	0,70	1.718,04	-39.092,81	0
7	3.899,72	1.535,78	2.363,94	0,67	1.572,16	-36.728,86	0
8	3.899,72	1.612,57	2.287,15	0,63	1.434,99	-34.441,71	0
9	3.899,72	1.693,19	2.206,53	0,59	1.306,04	-32.235,18	0
10	3.899,72	1.777,85	2.121,87	0,56	1.184,84	-30.113,32	0
11	3.899,72	1.866,75	2.032,97	0,53	1.070,95	-28.080,34	0
12	3.899,72	1.960,08	1.939,64	0,50	963,94	-26.140,71	0
13	3.899,72	2.058,09	1.841,63	0,47	863,43	-24.299,07	0
14	3.899,72	2.160,99	1.738,73	0,44	769,04	-22.560,34	0
15	3.899,72	2.269,04	1.630,68	0,42	680,43	-20.929,67	0
16	3.899,72	2.382,49	1.517,23	0,39	597,25	-19.412,44	0
17	3.899,72	2.501,62	1.398,10	0,37	519,21	-18.014,34	0
18	3.899,72	2.626,70	1.273,02	0,35	446,00	-16.741,32	0
19	3.899,72	2.758,03	1.141,69	0,33	377,34	-15.599,63	0
20	3.899,72	2.895,94	1.003,78	0,31	312,98	-14.595,84	0
21	3.899,72	3.040,73	858,99	0,29	252,68	-13.736,86	0
22	3.899,72	3.192,77	706,95	0,28	196,18	-13.029,91	0
23	3.899,72	3.352,41	547,31	0,26	143,28	-12.482,59	0
24	3.899,72	3.520,03	379,69	0,25	93,78	-12.102,90	0
25	3.899,72	3.696,03	203,69	0,23	47,46	-11.899,21	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-29.023,67</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 15ο έτος.

## Σενάριο εξοικονόμησης 2

### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
- Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		62.148,00	-62.148,00	1,00	-62.148,00	-62.148,00
1	3.899,72	0,00	3.899,72	0,94	3.678,98	-58.248,28
2	3.899,72	0,00	3.899,72	0,89	3.470,74	-54.348,56
3	3.899,72	0,00	3.899,72	0,84	3.274,28	-50.448,84
4	3.899,72	0,00	3.899,72	0,79	3.088,94	-46.549,12
5	3.899,72	0,00	3.899,72	0,75	2.914,10	-42.649,40
6	3.899,72	0,00	3.899,72	0,70	2.749,15	-38.749,68
7	3.899,72	0,00	3.899,72	0,67	2.593,54	-34.849,96
8	3.899,72	0,00	3.899,72	0,63	2.446,73	-30.950,24
9	3.899,72	0,00	3.899,72	0,59	2.308,24	-27.050,52
10	3.899,72	0,00	3.899,72	0,56	2.177,58	-23.150,80
11	3.899,72	0,00	3.899,72	0,53	2.054,32	-19.251,08
12	3.899,72	0,00	3.899,72	0,50	1.938,04	-15.351,36
13	3.899,72	0,00	3.899,72	0,47	1.828,34	-11.451,64
14	3.899,72	0,00	3.899,72	0,44	1.724,85	-7.551,92
15	3.899,72	0,00	3.899,72	0,42	1.627,22	-3.652,20
16	3.899,72	0,00	3.899,72	0,39	1.535,11	247,52
17	3.899,72	0,00	3.899,72	0,37	1.448,22	4.147,24
18	3.899,72	0,00	3.899,72	0,35	1.366,24	8.046,96
19	3.899,72	0,00	3.899,72	0,33	1.288,91	11.946,68
20	3.899,72	0,00	3.899,72	0,31	1.215,95	15.846,40
21	3.899,72	0,00	3.899,72	0,29	1.147,12	19.746,12
22	3.899,72	0,00	3.899,72	0,28	1.082,19	23.645,84
23	3.899,72	0,00	3.899,72	0,26	1.020,94	27.545,56
24	3.899,72	0,00	3.899,72	0,25	963,15	31.445,28
25	3.899,72	0,00	3.899,72	0,23	908,63	35.345,00
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-12.296,49</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 15,84 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	3.899,72
<b>Κεφάλαιο</b>	62.148,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	4.409,57

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	62.148,00	3.107,40	1.302,17	4.409,57	60.845,83
2	60.845,83	3.042,29	1.367,28	4.409,57	59.478,55
3	59.478,55	2.973,93	1.435,64	4.409,57	58.042,91
4	58.042,91	2.902,15	1.507,42	4.409,57	56.535,48
5	56.535,48	2.826,77	1.582,80	4.409,57	54.952,69
6	54.952,69	2.747,63	1.661,94	4.409,57	53.290,75
7	53.290,75	2.664,54	1.745,03	4.409,57	51.545,72
8	51.545,72	2.577,29	1.832,28	4.409,57	49.713,44
9	49.713,44	2.485,67	1.923,90	4.409,57	47.789,54
10	47.789,54	2.389,48	2.020,09	4.409,57	45.769,45
11	45.769,45	2.288,47	2.121,10	4.409,57	43.648,35
12	43.648,35	2.182,42	2.227,15	4.409,57	41.421,20
13	41.421,20	2.071,06	2.338,51	4.409,57	39.082,69
14	39.082,69	1.954,13	2.455,44	4.409,57	36.627,25
15	36.627,25	1.831,36	2.578,21	4.409,57	34.049,04
16	34.049,04	1.702,45	2.707,12	4.409,57	31.341,92
17	31.341,92	1.567,10	2.842,47	4.409,57	28.499,45
18	28.499,45	1.424,97	2.984,60	4.409,57	25.514,85
19	25.514,85	1.275,74	3.133,83	4.409,57	22.381,03
20	22.381,03	1.119,05	3.290,52	4.409,57	19.090,51
21	19.090,51	954,53	3.455,04	4.409,57	15.635,46
22	15.635,46	781,77	3.627,80	4.409,57	12.007,66
23	12.007,66	600,38	3.809,19	4.409,57	8.198,48
24	8.198,48	409,92	3.999,65	4.409,57	4.198,83
25	4.198,83	209,94	4.199,63	4.409,57	-0,80
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>48.090,45</b>	<b>62.148,80</b>	<b>110.239,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		62.148,00	-62.148,00	1,00	-62.148,00	-62.148,00	0
1	3.899,72	1.302,17	2.597,55	0,94	2.450,52	-59.550,45	0
2	3.899,72	1.367,28	2.532,44	0,89	2.253,86	-57.018,01	0
3	3.899,72	1.435,64	2.464,08	0,84	2.068,89	-54.553,93	0
4	3.899,72	1.507,42	2.392,30	0,79	1.894,92	-52.161,64	0
5	3.899,72	1.582,80	2.316,92	0,75	1.731,34	-49.844,71	0
6	3.899,72	1.661,94	2.237,78	0,70	1.577,55	-47.606,93	0
7	3.899,72	1.745,03	2.154,69	0,67	1.432,99	-45.452,24	0
8	3.899,72	1.832,28	2.067,44	0,63	1.297,13	-43.384,80	0
9	3.899,72	1.923,90	1.975,82	0,59	1.169,49	-41.408,98	0
10	3.899,72	2.020,09	1.879,63	0,56	1.049,57	-39.529,35	0
11	3.899,72	2.121,10	1.778,62	0,53	936,96	-37.750,73	0
12	3.899,72	2.227,15	1.672,57	0,50	831,21	-36.078,16	0
13	3.899,72	2.338,51	1.561,21	0,47	731,96	-34.516,95	0
14	3.899,72	2.455,44	1.444,28	0,44	638,81	-33.072,67	0
15	3.899,72	2.578,21	1.321,51	0,42	551,42	-31.751,16	0
16	3.899,72	2.707,12	1.192,60	0,39	469,46	-30.558,56	0
17	3.899,72	2.842,47	1.057,25	0,37	392,62	-29.501,31	0
18	3.899,72	2.984,60	915,12	0,35	320,61	-28.586,19	0
19	3.899,72	3.133,83	765,89	0,33	253,14	-27.820,29	0
20	3.899,72	3.290,52	609,20	0,31	189,95	-27.211,09	0
21	3.899,72	3.455,04	444,68	0,29	130,80	-26.766,42	0
22	3.899,72	3.627,80	271,92	0,28	75,46	-26.494,50	0
23	3.899,72	3.809,19	90,53	0,26	23,70	-26.403,96	0
24	3.899,72	3.999,65	-99,93	0,25	-24,68	-26.503,89	0
25	3.899,72	4.199,63	-299,91	0,23	-69,88	-26.803,80	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-39.770,19</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στην περίοδο των 25 ετών.

### Σενάριο εξοικονόμησης 3

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΛΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		22.680,00	-22.680,00	1,00	-22.680,00	-22.680,00
1	2.404,83	0,00	2.404,83	0,94	2.268,71	-20.275,17
2	2.404,83	0,00	2.404,83	0,89	2.140,29	-17.870,34
3	2.404,83	0,00	2.404,83	0,84	2.019,14	-15.465,51
4	2.404,83	0,00	2.404,83	0,79	1.904,85	-13.060,68
5	2.404,83	0,00	2.404,83	0,75	1.797,03	-10.655,85
6	2.404,83	0,00	2.404,83	0,70	1.695,31	-8.251,02
7	2.404,83	0,00	2.404,83	0,67	1.599,35	-5.846,19
8	2.404,83	0,00	2.404,83	0,63	1.508,82	-3.441,36
9	2.404,83	0,00	2.404,83	0,59	1.423,42	-1.036,53
10	2.404,83	0,00	2.404,83	0,56	1.342,84	1.368,30
11	2.404,83	0,00	2.404,83	0,53	1.266,83	3.773,13
12	2.404,83	0,00	2.404,83	0,50	1.195,13	6.177,96
13	2.404,83	0,00	2.404,83	0,47	1.127,48	8.582,79
14	2.404,83	0,00	2.404,83	0,44	1.063,66	10.987,62
15	2.404,83	0,00	2.404,83	0,42	1.003,45	13.392,45
16	2.404,83	0,00	2.404,83	0,39	946,65	15.797,28
17	2.404,83	0,00	2.404,83	0,37	893,07	18.202,11
18	2.404,83	0,00	2.404,83	0,35	842,52	20.606,94
19	2.404,83	0,00	2.404,83	0,33	794,83	23.011,77
20	2.404,83	0,00	2.404,83	0,31	749,84	25.416,60
21	2.404,83	0,00	2.404,83	0,29	707,39	27.821,43
22	2.404,83	0,00	2.404,83	0,28	667,35	30.226,26
23	2.404,83	0,00	2.404,83	0,26	629,58	32.631,09
24	2.404,83	0,00	2.404,83	0,25	593,94	35.035,92
25	2.404,83	0,00	2.404,83	0,23	560,32	37.440,75
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>8.061,80</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 9,43 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	2.404,83
<b>Κεφάλαιο</b>	22.680,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	1.609,21

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

<b>Έτη</b>	<b>Κεφάλαιο</b>	<b>Τόκος</b>	<b>Χρεολύσιο</b>	<b>Δόση (Τοκοχρεολύσιο)</b>	<b>Ανεξόφλητο Κεφάλαιο</b>
1	22.680,00	1.134,00	475,21	1.609,21	22.204,79
2	22.204,79	1.110,24	498,97	1.609,21	21.705,82
3	21.705,82	1.085,29	523,92	1.609,21	21.181,90
4	21.181,90	1.059,10	550,11	1.609,21	20.631,79
5	20.631,79	1.031,59	577,62	1.609,21	20.054,16
6	20.054,16	1.002,71	606,50	1.609,21	19.447,66
7	19.447,66	972,38	636,83	1.609,21	18.810,84
8	18.810,84	940,54	668,67	1.609,21	18.142,17
9	18.142,17	907,11	702,10	1.609,21	17.440,07
10	17.440,07	872,00	737,21	1.609,21	16.702,86
11	16.702,86	835,14	774,07	1.609,21	15.928,79
12	15.928,79	796,44	812,77	1.609,21	15.116,02
13	15.116,02	755,80	853,41	1.609,21	14.262,61
14	14.262,61	713,13	896,08	1.609,21	13.366,53
15	13.366,53	668,33	940,88	1.609,21	12.425,65
16	12.425,65	621,28	987,93	1.609,21	11.437,72
17	11.437,72	571,89	1.037,32	1.609,21	10.400,40
18	10.400,40	520,02	1.089,19	1.609,21	9.311,21
19	9.311,21	465,56	1.143,65	1.609,21	8.167,56
20	8.167,56	408,38	1.200,83	1.609,21	6.966,73
21	6.966,73	348,34	1.260,87	1.609,21	5.705,85
22	5.705,85	285,29	1.323,92	1.609,21	4.381,94
23	4.381,94	219,10	1.390,11	1.609,21	2.991,82
24	2.991,82	149,59	1.459,62	1.609,21	1.532,21
25	1.532,21	76,61	1.532,60	1.609,21	-0,39
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>17.549,86</b>	<b>22.680,39</b>	<b>40.230,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		22.680,00	-22.680,00	1,00	-22.680,00	-22.680,00	0
1	2.404,83	475,21	1.929,62	0,94	1.820,40	-20.750,38	0
2	2.404,83	498,97	1.905,86	0,89	1.696,21	-18.844,52	0
3	2.404,83	523,92	1.880,91	0,84	1.579,25	-16.963,61	0
4	2.404,83	550,11	1.854,72	0,79	1.469,11	-15.108,89	0
5	2.404,83	577,62	1.827,21	0,75	1.365,40	-13.281,69	0
6	2.404,83	606,50	1.798,33	0,70	1.267,75	-11.483,36	0
7	2.404,83	636,83	1.768,00	0,67	1.175,82	-9.715,35	0
8	2.404,83	668,67	1.736,16	0,63	1.089,29	-7.979,19	0
9	2.404,83	702,10	1.702,73	0,59	1.007,84	-6.276,46	0
10	2.404,83	737,21	1.667,62	0,56	931,19	-4.608,84	0
11	2.404,83	774,07	1.630,76	0,53	859,07	-2.978,08	0
12	2.404,83	812,77	1.592,06	0,50	791,20	-1.386,02	0
13	2.404,83	853,41	1.551,42	0,47	727,37	165,40	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
14	2.404,83	896,08	1.508,75	0,44	667,32	1.674,15	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
15	2.404,83	940,88	1.463,95	0,42	610,85	3.138,10	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
16	2.404,83	987,93	1.416,90	0,39	557,76	4.555,00	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
17	2.404,83	1.037,32	1.367,51	0,37	507,84	5.922,51	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
18	2.404,83	1.089,19	1.315,64	0,35	460,93	7.238,15	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
19	2.404,83	1.143,65	1.261,18	0,33	416,84	8.499,33	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
20	2.404,83	1.200,83	1.204,00	0,31	375,41	9.703,33	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
21	2.404,83	1.260,87	1.143,96	0,29	336,50	10.847,28	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
22	2.404,83	1.323,92	1.080,91	0,28	299,96	11.928,20	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
23	2.404,83	1.390,11	1.014,72	0,26	265,65	12.942,91	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	2.404,83	1.459,62	945,21	0,25	233,45	13.888,13	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	2.404,83	1.532,60	872,23	0,23	203,23	14.760,36	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-1.964,37</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

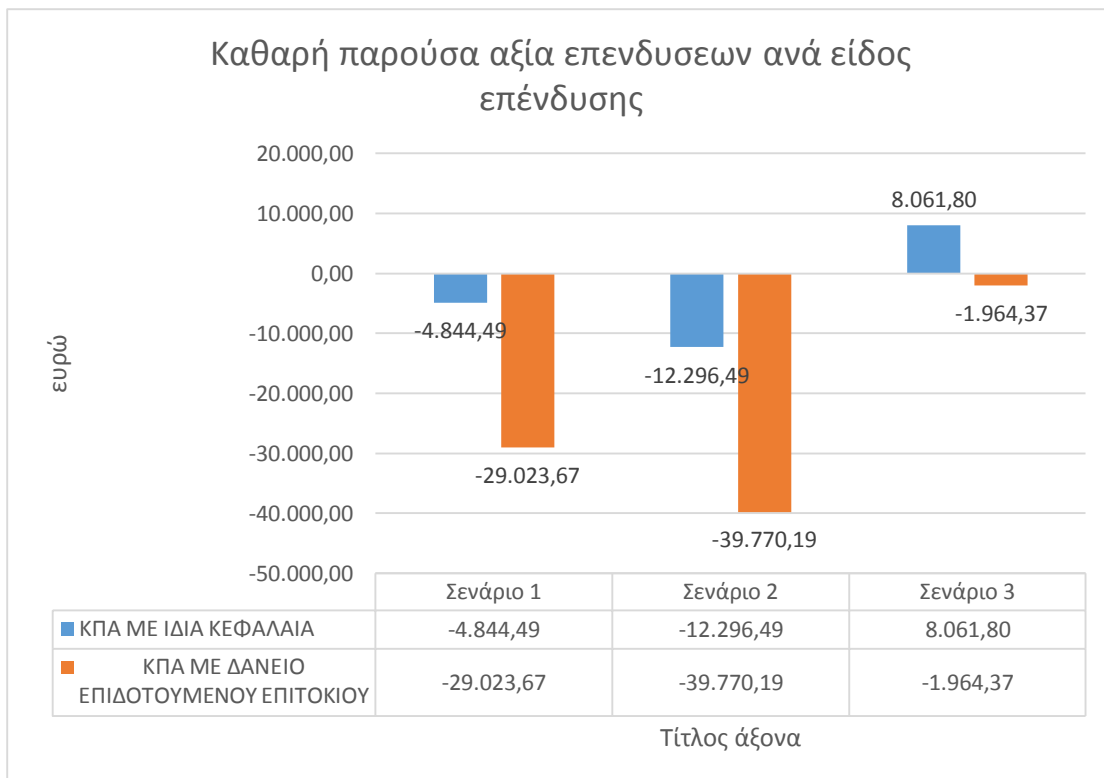
Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 13ο έτος.



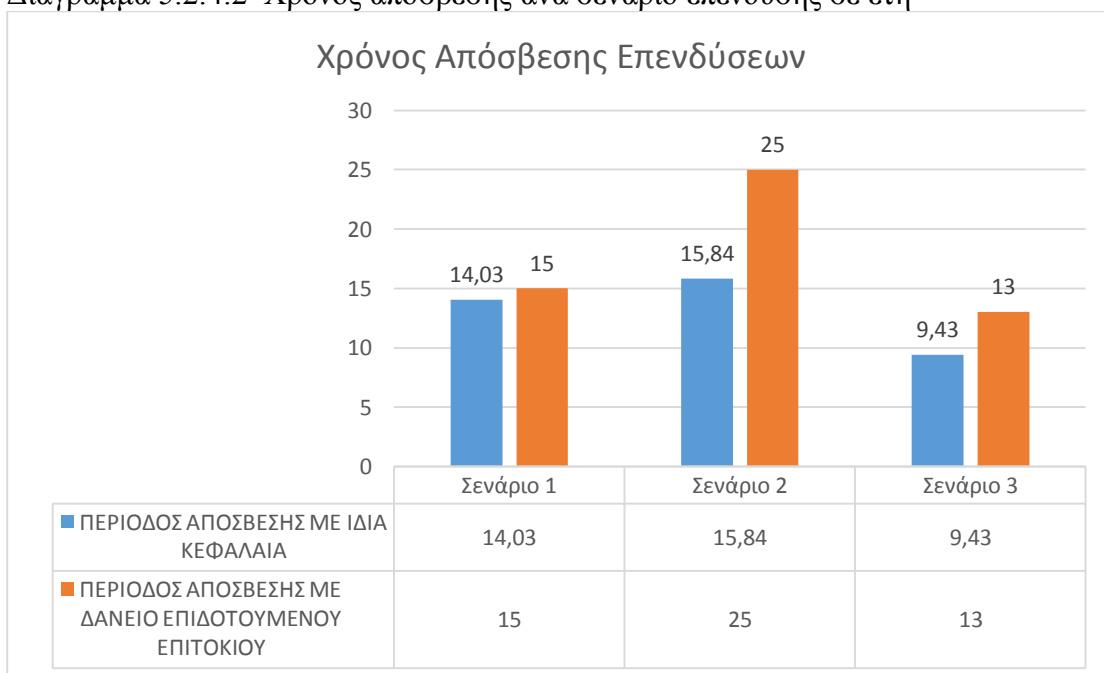
## Συμπεράσματα:

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα για την αξιολόγηση των σεναρίων επενδύσεων με βάση την ΚΠΑ και το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου.

Διάγραμμα 5.2.4.1 Καθαρή παρούσα αξία ανά σενάριο επένδυσης



Διάγραμμα 5.2.4.2 Χρόνος απόσβεσης ανά σενάριο επένδυσης σε έτη



Από τα διαγράμματα προκύπτει με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ ότι στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια, μόνο το σενάριο εξοικονόμησης 3 θα συνέφερε να υλοποιηθεί. Το αρχικό κόστος των επεμβάσεων των σεναρίων 2,3 σε συνδυασμό με το προσδοκώμενο κέρδος του επενδυτή, τις καθιστούν ασύμφωρες. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού με επιδοτούμενο επιτόκιο από το κράτος, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ δείχνουν ασύμφωρα με το σενάριο 3 να πλησιάζει περισσότερο τη μηδενική ΚΠΑ στο τέλος των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 1 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 15 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 15 περίπου χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 2 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 16 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού το αρχικό κεφάλαιο δεν ανακτάται εντός του χρόνου των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην πρώτη περίπτωση καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πριν το τέλος 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 3 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 10 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 13 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα και στις δύο περιπτώσεις καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πολύ πριν το τέλος 25 ετών.

Μπορούμε επομένως να υποστηρίξουμε πως ο επενδυτής θα προτιμήσει το σενάριο εξοικονόμησης 3 καθώς δείχνει να είναι αυτό με την υψηλότερη απόδοση και με τα δύο κριτήρια και με τους δύο τρόπους επένδυσης.

## 5.2.5 Κτίριο διώροφης διπλοκατοικίας με πιλοτή

### Σενάριο Εξοικονόμησης 1

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		14.350,00	-14.350,00	1,00	-14.350,00	-14.350,00
1	1.064,40	0,00	1.064,40	0,94	1.004,15	-13.285,60
2	1.064,40	0,00	1.064,40	0,89	947,31	-12.221,20
3	1.064,40	0,00	1.064,40	0,84	893,69	-11.156,80
4	1.064,40	0,00	1.064,40	0,79	843,10	-10.092,40
5	1.064,40	0,00	1.064,40	0,75	795,38	-9.028,00
6	1.064,40	0,00	1.064,40	0,70	750,36	-7.963,60
7	1.064,40	0,00	1.064,40	0,67	707,89	-6.899,20
8	1.064,40	0,00	1.064,40	0,63	667,82	-5.834,80
9	1.064,40	0,00	1.064,40	0,59	630,02	-4.770,40
10	1.064,40	0,00	1.064,40	0,56	594,36	-3.706,00
11	1.064,40	0,00	1.064,40	0,53	560,71	-2.641,60
12	1.064,40	0,00	1.064,40	0,50	528,97	-1.577,20
13	1.064,40	0,00	1.064,40	0,47	499,03	-512,80
14	1.064,40	0,00	1.064,40	0,44	470,79	551,60
15	1.064,40	0,00	1.064,40	0,42	444,14	1.616,00
16	1.064,40	0,00	1.064,40	0,39	419,00	2.680,40
17	1.064,40	0,00	1.064,40	0,37	395,28	3.744,80
18	1.064,40	0,00	1.064,40	0,35	372,91	4.809,20
19	1.064,40	0,00	1.064,40	0,33	351,80	5.873,60
20	1.064,40	0,00	1.064,40	0,31	331,88	6.938,00
21	1.064,40	0,00	1.064,40	0,29	313,10	8.002,40
22	1.064,40	0,00	1.064,40	0,28	295,38	9.066,80
23	1.064,40	0,00	1.064,40	0,26	278,66	10.131,20
24	1.064,40	0,00	1.064,40	0,25	262,88	11.195,60
25	1.064,40	0,00	1.064,40	0,23	248,00	12.260,00
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-743,40</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 13,48 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	1.064,40
<b>Κεφάλαιο</b>	14.350,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	1.018,17

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	14.350,00	717,50	300,67	1.018,17	14.049,33
2	14.049,33	702,47	315,70	1.018,17	13.733,63
3	13.733,63	686,68	331,49	1.018,17	13.402,14
4	13.402,14	670,11	348,06	1.018,17	13.054,07
5	13.054,07	652,70	365,47	1.018,17	12.688,61
6	12.688,61	634,43	383,74	1.018,17	12.304,87
7	12.304,87	615,24	402,93	1.018,17	11.901,94
8	11.901,94	595,10	423,07	1.018,17	11.478,87
9	11.478,87	573,94	444,23	1.018,17	11.034,64
10	11.034,64	551,73	466,44	1.018,17	10.568,21
11	10.568,21	528,41	489,76	1.018,17	10.078,45
12	10.078,45	503,92	514,25	1.018,17	9.564,20
13	9.564,20	478,21	539,96	1.018,17	9.024,24
14	9.024,24	451,21	566,96	1.018,17	8.457,28
15	8.457,28	422,86	595,31	1.018,17	7.861,97
16	7.861,97	393,10	625,07	1.018,17	7.236,90
17	7.236,90	361,85	656,32	1.018,17	6.580,58
18	6.580,58	329,03	689,14	1.018,17	5.891,44
19	5.891,44	294,57	723,60	1.018,17	5.167,84
20	5.167,84	258,39	759,78	1.018,17	4.408,06
21	4.408,06	220,40	797,77	1.018,17	3.610,29
22	3.610,29	180,51	837,66	1.018,17	2.772,64
23	2.772,64	138,63	879,54	1.018,17	1.893,10
24	1.893,10	94,65	923,52	1.018,17	969,58
25	969,58	48,48	969,69	1.018,17	-0,11
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>11.104,14</b>	<b>14.350,11</b>	<b>25.454,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		14.350,00	-14.350,00	1,00	-14.350,00	-14.350,00	0
1	1.064,40	300,67	763,73	0,94	720,50	-13.586,27	0
2	1.064,40	315,70	748,70	0,89	666,34	-12.837,57	0
3	1.064,40	331,49	732,91	0,84	615,37	-12.104,66	0
4	1.064,40	348,06	716,34	0,79	567,41	-11.388,33	0
5	1.064,40	365,47	698,93	0,75	522,28	-10.689,39	0
6	1.064,40	383,74	680,66	0,70	479,84	-10.008,73	0
7	1.064,40	402,93	661,47	0,67	439,92	-9.347,26	0
8	1.064,40	423,07	641,33	0,63	402,38	-8.705,93	0
9	1.064,40	444,23	620,17	0,59	367,08	-8.085,76	0
10	1.064,40	466,44	597,96	0,56	333,90	-7.487,79	0
11	1.064,40	489,76	574,64	0,53	302,71	-6.913,15	0
12	1.064,40	514,25	550,15	0,50	273,41	-6.363,00	0
13	1.064,40	539,96	524,44	0,47	245,88	-5.838,56	0
14	1.064,40	566,96	497,44	0,44	220,02	-5.341,12	0
15	1.064,40	595,31	469,09	0,42	195,74	-4.872,03	0
16	1.064,40	625,07	439,33	0,39	172,94	-4.432,70	0
17	1.064,40	656,32	408,08	0,37	151,54	-4.024,62	0
18	1.064,40	689,14	375,26	0,35	131,47	-3.649,36	0
19	1.064,40	723,60	340,80	0,33	112,64	-3.308,56	0
20	1.064,40	759,78	304,62	0,31	94,98	-3.003,94	0
21	1.064,40	797,77	266,63	0,29	78,43	-2.737,31	0
22	1.064,40	837,66	226,74	0,28	62,92	-2.510,56	0
23	1.064,40	879,54	184,86	0,26	48,40	-2.325,70	0
24	1.064,40	923,52	140,88	0,25	34,80	-2.184,82	0
25	1.064,40	969,69	94,71	0,23	22,07	-2.090,11	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-7.087,05</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στην περίοδο των 25 ετών

## Σενάριο εξοικονόμησης 2

### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
- Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		21.030,00	-21.030,00	1,00	-21.030,00	-21.030,00
1	1.718,33	0,00	1.718,33	0,94	1.621,07	-19.311,67
2	1.718,33	0,00	1.718,33	0,89	1.529,31	-17.593,34
3	1.718,33	0,00	1.718,33	0,84	1.442,74	-15.875,01
4	1.718,33	0,00	1.718,33	0,79	1.361,08	-14.156,68
5	1.718,33	0,00	1.718,33	0,75	1.284,04	-12.438,35
6	1.718,33	0,00	1.718,33	0,70	1.211,35	-10.720,02
7	1.718,33	0,00	1.718,33	0,67	1.142,79	-9.001,69
8	1.718,33	0,00	1.718,33	0,63	1.078,10	-7.283,36
9	1.718,33	0,00	1.718,33	0,59	1.017,08	-5.565,03
10	1.718,33	0,00	1.718,33	0,56	959,51	-3.846,70
11	1.718,33	0,00	1.718,33	0,53	905,19	-2.128,37
12	1.718,33	0,00	1.718,33	0,50	853,96	-410,04
13	1.718,33	0,00	1.718,33	0,47	805,62	1.308,29
14	1.718,33	0,00	1.718,33	0,44	760,02	3.026,62
15	1.718,33	0,00	1.718,33	0,42	717,00	4.744,95
16	1.718,33	0,00	1.718,33	0,39	676,41	6.463,28
17	1.718,33	0,00	1.718,33	0,37	638,13	8.181,61
18	1.718,33	0,00	1.718,33	0,35	602,01	9.899,94
19	1.718,33	0,00	1.718,33	0,33	567,93	11.618,27
20	1.718,33	0,00	1.718,33	0,31	535,78	13.336,60
21	1.718,33	0,00	1.718,33	0,29	505,46	15.054,93
22	1.718,33	0,00	1.718,33	0,28	476,85	16.773,26
23	1.718,33	0,00	1.718,33	0,26	449,85	18.491,59
24	1.718,33	0,00	1.718,33	0,25	424,39	20.209,92
25	1.718,33	0,00	1.718,33	0,23	400,37	21.928,25
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>936,02</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 12,24 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	1.718,33
<b>Κεφάλαιο</b>	21.030,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	1.492,13

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	21.030,00	1.051,50	440,63	1.492,13	20.589,37
2	20.589,37	1.029,47	462,66	1.492,13	20.126,71
3	20.126,71	1.006,34	485,79	1.492,13	19.640,91
4	19.640,91	982,05	510,08	1.492,13	19.130,83
5	19.130,83	956,54	535,59	1.492,13	18.595,24
6	18.595,24	929,76	562,37	1.492,13	18.032,87
7	18.032,87	901,64	590,49	1.492,13	17.442,39
8	17.442,39	872,12	620,01	1.492,13	16.822,38
9	16.822,38	841,12	651,01	1.492,13	16.171,36
10	16.171,36	808,57	683,56	1.492,13	15.487,80
11	15.487,80	774,39	717,74	1.492,13	14.770,06
12	14.770,06	738,50	753,63	1.492,13	14.016,44
13	14.016,44	700,82	791,31	1.492,13	13.225,13
14	13.225,13	661,26	830,87	1.492,13	12.394,25
15	12.394,25	619,71	872,42	1.492,13	11.521,84
16	11.521,84	576,09	916,04	1.492,13	10.605,80
17	10.605,80	530,29	961,84	1.492,13	9.643,96
18	9.643,96	482,20	1.009,93	1.492,13	8.634,03
19	8.634,03	431,70	1.060,43	1.492,13	7.573,60
20	7.573,60	378,68	1.113,45	1.492,13	6.460,15
21	6.460,15	323,01	1.169,12	1.492,13	5.291,03
22	5.291,03	264,55	1.227,58	1.492,13	4.063,45
23	4.063,45	203,17	1.288,96	1.492,13	2.774,49
24	2.774,49	138,72	1.353,41	1.492,13	1.421,08
25	1.421,08	71,05	1.421,08	1.492,13	0,01
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>16.273,26</b>	<b>21.029,99</b>	<b>37.303,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		21.030,00	-21.030,00	1,00	-21.030,00	-21.030,00	0
1	1.718,33	440,63	1.277,70	0,94	1.205,38	-19.752,30	0
2	1.718,33	462,66	1.255,67	0,89	1.117,54	-18.496,63	0
3	1.718,33	485,79	1.232,54	0,84	1.034,86	-17.264,10	0
4	1.718,33	510,08	1.208,25	0,79	957,04	-16.055,85	0
5	1.718,33	535,59	1.182,74	0,75	883,81	-14.873,11	0
6	1.718,33	562,37	1.155,96	0,70	814,91	-13.717,15	0
7	1.718,33	590,49	1.127,84	0,67	750,08	-12.589,30	0
8	1.718,33	620,01	1.098,32	0,63	689,10	-11.490,98	0
9	1.718,33	651,01	1.067,32	0,59	631,74	-10.423,67	0
10	1.718,33	683,56	1.034,77	0,56	577,81	-9.388,90	0
11	1.718,33	717,74	1.000,59	0,53	527,10	-8.388,31	0
12	1.718,33	753,63	964,70	0,50	479,43	-7.423,60	0
13	1.718,33	791,31	927,02	0,47	434,62	-6.496,58	0
14	1.718,33	830,87	887,46	0,44	392,52	-5.609,13	0
15	1.718,33	872,42	845,91	0,42	352,97	-4.763,21	0
16	1.718,33	916,04	802,29	0,39	315,82	-3.960,92	0
17	1.718,33	961,84	756,49	0,37	280,93	-3.204,43	0
18	1.718,33	1.009,93	708,40	0,35	248,18	-2.496,03	0
19	1.718,33	1.060,43	657,90	0,33	217,44	-1.838,13	0
20	1.718,33	1.113,45	604,88	0,31	188,60	-1.233,25	0
21	1.718,33	1.169,12	549,21	0,29	161,55	-684,04	0
22	1.718,33	1.227,58	490,75	0,28	136,19	-193,29	0
23	1.718,33	1.288,96	429,37	0,26	112,41	236,08	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
24	1.718,33	1.353,41	364,92	0,25	90,13	601,00	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
25	1.718,33	1.421,08	297,25	0,23	69,26	898,26	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-8.360,56</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 23ο έτος.



### Σενάριο εξοικονόμησης 3

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		21.433,00	-21.433,00	1,00	-21.433,00	-21.433,00
1	1.718,33	0,00	1.718,33	0,94	1.621,07	-19.714,67
2	1.718,33	0,00	1.718,33	0,89	1.529,31	-17.996,34
3	1.718,33	0,00	1.718,33	0,84	1.442,74	-16.278,01
4	1.718,33	0,00	1.718,33	0,79	1.361,08	-14.559,68
5	1.718,33	0,00	1.718,33	0,75	1.284,04	-12.841,35
6	1.718,33	0,00	1.718,33	0,70	1.211,35	-11.123,02
7	1.718,33	0,00	1.718,33	0,67	1.142,79	-9.404,69
8	1.718,33	0,00	1.718,33	0,63	1.078,10	-7.686,36
9	1.718,33	0,00	1.718,33	0,59	1.017,08	-5.968,03
10	1.718,33	0,00	1.718,33	0,56	959,51	-4.249,70
11	1.718,33	0,00	1.718,33	0,53	905,19	-2.531,37
12	1.718,33	0,00	1.718,33	0,50	853,96	-813,04
13	1.718,33	0,00	1.718,33	0,47	805,62	905,29
14	1.718,33	0,00	1.718,33	0,44	760,02	2.623,62
15	1.718,33	0,00	1.718,33	0,42	717,00	4.341,95
16	1.718,33	0,00	1.718,33	0,39	676,41	6.060,28
17	1.718,33	0,00	1.718,33	0,37	638,13	7.778,61
18	1.718,33	0,00	1.718,33	0,35	602,01	9.496,94
19	1.718,33	0,00	1.718,33	0,33	567,93	11.215,27
20	1.718,33	0,00	1.718,33	0,31	535,78	12.933,60
21	1.718,33	0,00	1.718,33	0,29	505,46	14.651,93
22	1.718,33	0,00	1.718,33	0,28	476,85	16.370,26
23	1.718,33	0,00	1.718,33	0,26	449,85	18.088,59
24	1.718,33	0,00	1.718,33	0,25	424,39	19.806,92
25	1.718,33	0,00	1.718,33	0,23	400,37	21.525,25
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>533,02</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 12,47 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	1.718,33
<b>Κεφάλαιο</b>	21.433,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	1.520,73

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	21.433,00	1.071,65	449,08	1.520,73	20.983,92
2	20.983,92	1.049,20	471,53	1.520,73	20.512,39
3	20.512,39	1.025,62	495,11	1.520,73	20.017,28
4	20.017,28	1.000,86	519,87	1.520,73	19.497,41
5	19.497,41	974,87	545,86	1.520,73	18.951,55
6	18.951,55	947,58	573,15	1.520,73	18.378,40
7	18.378,40	918,92	601,81	1.520,73	17.776,59
8	17.776,59	888,83	631,90	1.520,73	17.144,69
9	17.144,69	857,23	663,50	1.520,73	16.481,19
10	16.481,19	824,06	696,67	1.520,73	15.784,52
11	15.784,52	789,23	731,50	1.520,73	15.053,02
12	15.053,02	752,65	768,08	1.520,73	14.284,94
13	14.284,94	714,25	806,48	1.520,73	13.478,45
14	13.478,45	673,92	846,81	1.520,73	12.631,65
15	12.631,65	631,58	889,15	1.520,73	11.742,50
16	11.742,50	587,12	933,61	1.520,73	10.808,89
17	10.808,89	540,44	980,29	1.520,73	9.828,61
18	9.828,61	491,43	1.029,30	1.520,73	8.799,31
19	8.799,31	439,97	1.080,76	1.520,73	7.718,54
20	7.718,54	385,93	1.134,80	1.520,73	6.583,74
21	6.583,74	329,19	1.191,54	1.520,73	5.392,20
22	5.392,20	269,61	1.251,12	1.520,73	4.141,08
23	4.141,08	207,05	1.313,68	1.520,73	2.827,40
24	2.827,40	141,37	1.379,36	1.520,73	1.448,04
25	1.448,04	72,40	1.448,33	1.520,73	-0,29
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>16.584,96</b>	<b>21.433,29</b>	<b>38.018,25</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		21.433,00	-21.433,00	1,00	-21.433,00	-21.433,00	0
1	1.718,33	449,08	1.269,25	0,94	1.197,41	-20.163,75	0
2	1.718,33	471,53	1.246,80	0,89	1.109,64	-18.916,95	0
3	1.718,33	495,11	1.223,22	0,84	1.027,04	-17.693,73	0
4	1.718,33	519,87	1.198,46	0,79	949,30	-16.495,27	0
5	1.718,33	545,86	1.172,47	0,75	876,14	-15.322,80	0
6	1.718,33	573,15	1.145,18	0,70	807,30	-14.177,62	0
7	1.718,33	601,81	1.116,52	0,67	742,55	-13.061,10	0
8	1.718,33	631,90	1.086,43	0,63	681,64	-11.974,67	0
9	1.718,33	663,50	1.054,83	0,59	624,35	-10.919,84	0
10	1.718,33	696,67	1.021,66	0,56	570,49	-9.898,18	0
11	1.718,33	731,50	986,83	0,53	519,85	-8.911,35	0
12	1.718,33	768,08	950,25	0,50	472,25	-7.961,10	0
13	1.718,33	806,48	911,85	0,47	427,51	-7.049,26	0
14	1.718,33	846,81	871,52	0,44	385,48	-6.177,73	0
15	1.718,33	889,15	829,18	0,42	345,99	-5.348,55	0
16	1.718,33	933,61	784,72	0,39	308,90	-4.563,83	0
17	1.718,33	980,29	738,04	0,37	274,08	-3.825,78	0
18	1.718,33	1.029,30	689,03	0,35	241,40	-3.136,75	0
19	1.718,33	1.080,76	637,57	0,33	210,72	-2.499,19	0
20	1.718,33	1.134,80	583,53	0,31	181,95	-1.915,66	0
21	1.718,33	1.191,54	526,79	0,29	154,96	-1.388,87	0
22	1.718,33	1.251,12	467,21	0,28	129,65	-921,66	0
23	1.718,33	1.313,68	404,65	0,26	105,94	-517,01	0
24	1.718,33	1.379,36	338,97	0,25	83,72	-178,04	0
25	1.718,33	1.448,33	270,00	0,23	62,91	91,96	ΑΠΟΣΒΕΣΗ
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-8.941,84</b>		

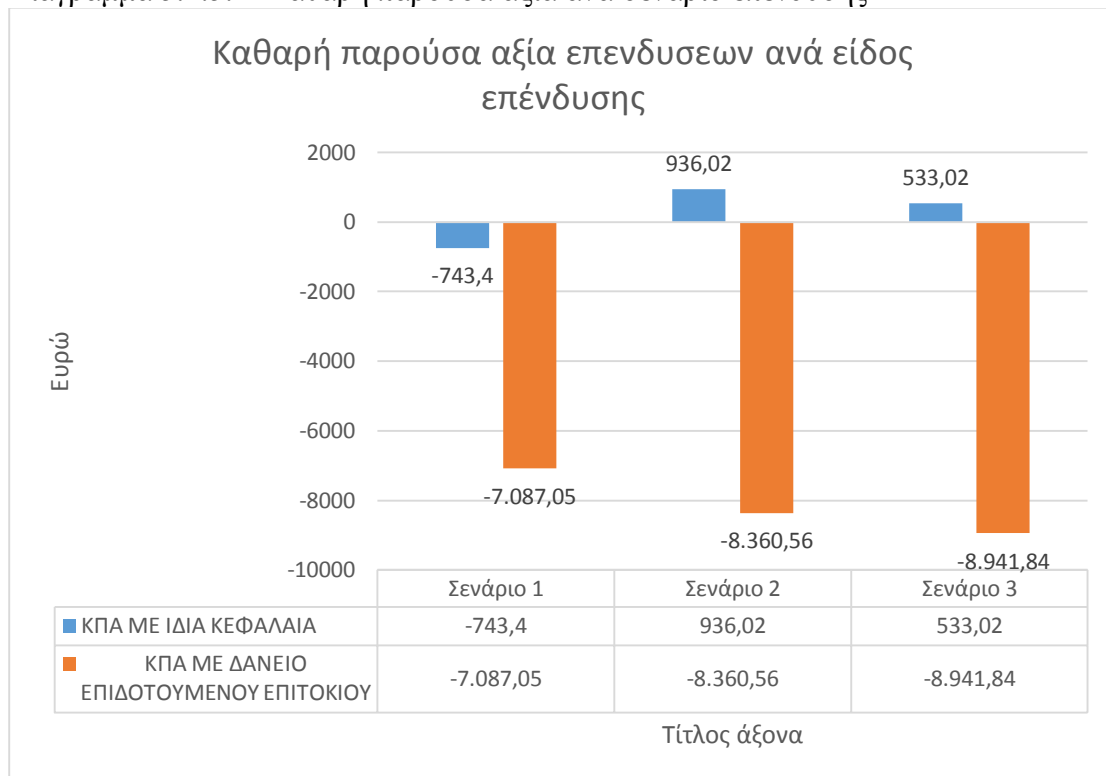
Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται μέσα στο 25ο έτος.

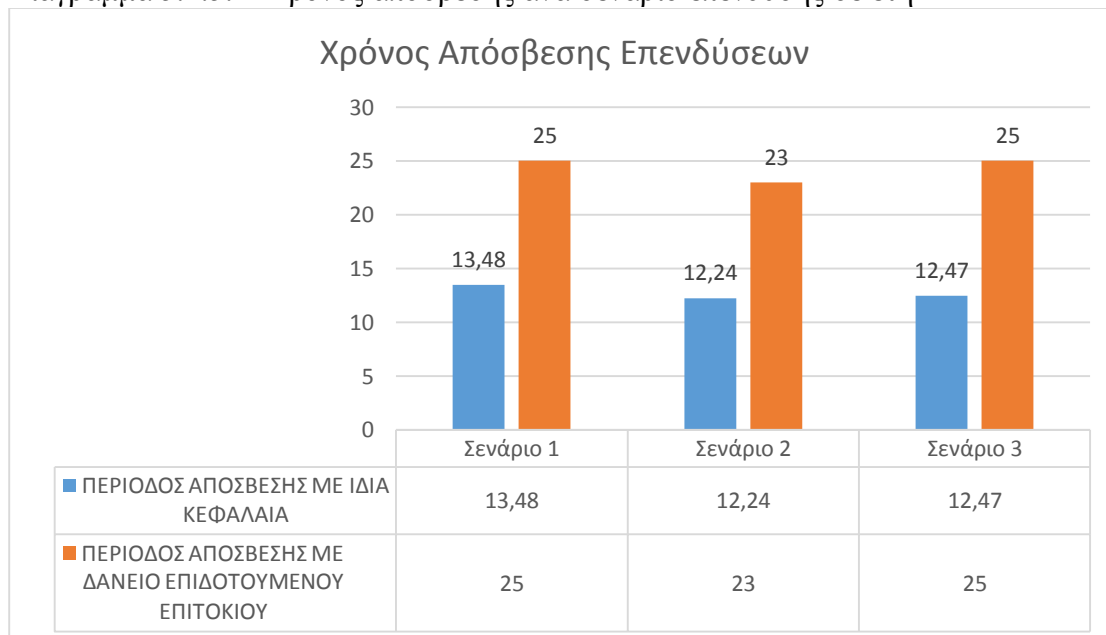
## Συμπεράσματα:

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα για την αξιολόγηση των σεναρίων επενδύσεων με βάση την ΚΠΑ και το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου.

Διάγραμμα 5.2.5.1 Καθαρή παρούσα αξία ανά σενάριο επένδυσης



Διάγραμμα 5.2.5.2 Χρόνος απόσβεσης ανά σενάριο επένδυσης σε έτη



Από τα διαγράμματα προκύπτει με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ ότι στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια, τα σενάρια εξοικονόμησης 2 και 3 θα συνέφερε να υλοποιηθούν. Το αρχικό κόστος των επεμβάσεων του σεναρίου 1 σε συνδυασμό με τις ετήσιες εισροές χρήματος και το αναμενόμενο κέρδος του επενδυτή την καθιστούν ασύμφορη. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού με επιδοτούμενο επιτόκιο από το κράτος, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ δείχνουν ασύμφορα και μη ενδιαφέροντα για έναν υποψήφιο επενδυτή.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 1 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 14 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ στην περίπτωση επένδυσης με τραπεζικό δανεισμό το αρχικό κεφάλαιο δεν ανακτάται εντός των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην περίπτωση των ιδίων κεφαλαίων καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 2 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 13 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια και σε 23 χρόνια για επένδυση με τραπεζικό δανεισμό. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην περίπτωση των ιδίων κεφαλαίων καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο αρκετά πριν το πέρας των 25 ετών στη δεύτερη περίπτωση το ανακτά οριακά πριν το τέλος της περιόδου.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 3 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 13 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού το αρχικό κεφάλαιο δεν ανακτάται εντός του χρόνου των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην πρώτη περίπτωση καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πριν το τέλος 25 ετών.

Μπορούμε επομένως να υποστηρίξουμε πως ο επενδυτής θα προτιμήσει να προχωρήσει στην επένδυση μόνο στις περιπτώσεις των σεναρίων εξοικονόμησης 2 και 3 και μόνο στην περίπτωση που διαθέτει τα κεφάλαια για την επένδυση.

## 5.2.6. Κτίριο μονοκατοικίας

### Σενάριο εξοικονόμησης 1

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΛΟΦΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ		
0		8.307,50	-8.307,50	1,00	-8.307,50	-8.307,50	
1	467,17	0,00	467,17	0,94	440,73	-7.840,33	
2	467,17	0,00	467,17	0,89	415,78	-7.373,16	
3	467,17	0,00	467,17	0,84	392,24	-6.905,99	
4	467,17	0,00	467,17	0,79	370,04	-6.438,82	
5	467,17	0,00	467,17	0,75	349,10	-5.971,65	
6	467,17	0,00	467,17	0,70	329,34	-5.504,48	
7	467,17	0,00	467,17	0,67	310,69	-5.037,31	
8	467,17	0,00	467,17	0,63	293,11	-4.570,14	
9	467,17	0,00	467,17	0,59	276,52	-4.102,97	
10	467,17	0,00	467,17	0,56	260,87	-3.635,80	
11	467,17	0,00	467,17	0,53	246,10	-3.168,63	
12	467,17	0,00	467,17	0,50	232,17	-2.701,46	
13	467,17	0,00	467,17	0,47	219,03	-2.234,29	
14	467,17	0,00	467,17	0,44	206,63	-1.767,12	
15	467,17	0,00	467,17	0,42	194,93	-1.299,95	
16	467,17	0,00	467,17	0,39	183,90	-832,78	
17	467,17	0,00	467,17	0,37	173,49	-365,61	
18	467,17	0,00	467,17	0,35	163,67	101,56	
19	467,17	0,00	467,17	0,33	154,41	568,73	
20	467,17	0,00	467,17	0,31	145,67	1.035,90	
21	467,17	0,00	467,17	0,29	137,42	1.503,07	
22	467,17	0,00	467,17	0,28	129,64	1.970,24	
23	467,17	0,00	467,17	0,26	122,30	2.437,41	
24	467,17	0,00	467,17	0,25	115,38	2.904,58	
25	467,17	0,00	467,17	0,23	108,85	3.371,75	
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-2.335,50</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 17,78 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	467,17
<b>Κεφάλαιο</b>	8.307,50
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	589,44

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	8.307,50	415,38	174,07	589,44	8.133,44
2	8.133,44	406,67	182,77	589,44	7.950,67
3	7.950,67	397,53	191,91	589,44	7.758,76
4	7.758,76	387,94	201,50	589,44	7.557,26
5	7.557,26	377,86	211,58	589,44	7.345,68
6	7.345,68	367,28	222,16	589,44	7.123,53
7	7.123,53	356,18	233,26	589,44	6.890,26
8	6.890,26	344,51	244,93	589,44	6.645,33
9	6.645,33	332,27	257,17	589,44	6.388,16
10	6.388,16	319,41	270,03	589,44	6.118,13
11	6.118,13	305,91	283,53	589,44	5.834,60
12	5.834,60	291,73	297,71	589,44	5.536,89
13	5.536,89	276,84	312,60	589,44	5.224,29
14	5.224,29	261,21	328,23	589,44	4.896,06
15	4.896,06	244,80	344,64	589,44	4.551,43
16	4.551,43	227,57	361,87	589,44	4.189,56
17	4.189,56	209,48	379,96	589,44	3.809,60
18	3.809,60	190,48	398,96	589,44	3.410,64
19	3.410,64	170,53	418,91	589,44	2.991,73
20	2.991,73	149,59	439,85	589,44	2.551,87
21	2.551,87	127,59	461,85	589,44	2.090,03
22	2.090,03	104,50	484,94	589,44	1.605,09
23	1.605,09	80,25	509,19	589,44	1.095,90
24	1.095,90	54,80	534,64	589,44	561,26
25	561,26	28,06	561,38	589,44	-0,12
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>6.428,38</b>	<b>8.307,62</b>	<b>14.736,00</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		8.307,50	-8.307,50	1,00	-8.307,50	-8.307,50	0
1	467,17	174,07	293,11	0,94	276,51	-8.014,40	0
2	467,17	182,77	284,40	0,89	253,12	-7.729,99	0
3	467,17	191,91	275,26	0,84	231,12	-7.454,73	0
4	467,17	201,50	265,67	0,79	210,43	-7.189,06	0
5	467,17	211,58	255,59	0,75	190,99	-6.933,47	0
6	467,17	222,16	245,01	0,70	172,73	-6.688,45	0
7	467,17	233,26	233,91	0,67	155,56	-6.454,55	0
8	467,17	244,93	222,24	0,63	139,44	-6.232,31	0
9	467,17	257,17	210,00	0,59	124,30	-6.022,31	0
10	467,17	270,03	197,14	0,56	110,08	-5.825,17	0
11	467,17	283,53	183,64	0,53	96,74	-5.641,53	0
12	467,17	297,71	169,46	0,50	84,22	-5.472,07	0
13	467,17	312,60	154,57	0,47	72,47	-5.317,50	0
14	467,17	328,23	138,94	0,44	61,46	-5.178,56	0
15	467,17	344,64	122,53	0,42	51,13	-5.056,02	0
16	467,17	361,87	105,30	0,39	41,45	-4.950,72	0
17	467,17	379,96	87,21	0,37	32,39	-4.863,51	0
18	467,17	398,96	68,21	0,35	23,90	-4.795,30	0
19	467,17	418,91	48,26	0,33	15,95	-4.747,04	0
20	467,17	439,85	27,32	0,31	8,52	-4.719,73	0
21	467,17	461,85	5,32	0,29	1,57	-4.714,40	0
22	467,17	484,94	-17,77	0,28	-4,93	-4.732,17	0
23	467,17	509,19	-42,02	0,26	-11,00	-4.774,19	0
24	467,17	534,64	-67,47	0,25	-16,66	-4.841,66	0
25	467,17	561,38	-94,21	0,23	-21,95	-4.935,87	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-6.007,99</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στην περίοδο των 25 ετών.



## Σενάριο εξοικονόμησης 2

### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		12.380,00	-12.380,00	1,00	-12.380,00	-12.380,00
1	675,24	0,00	675,24	0,94	637,02	-11.704,76
2	675,24	0,00	675,24	0,89	600,96	-11.029,52
3	675,24	0,00	675,24	0,84	566,94	-10.354,28
4	675,24	0,00	675,24	0,79	534,85	-9.679,04
5	675,24	0,00	675,24	0,75	504,58	-9.003,80
6	675,24	0,00	675,24	0,70	476,02	-8.328,56
7	675,24	0,00	675,24	0,67	449,07	-7.653,32
8	675,24	0,00	675,24	0,63	423,65	-6.978,08
9	675,24	0,00	675,24	0,59	399,67	-6.302,84
10	675,24	0,00	675,24	0,56	377,05	-5.627,60
11	675,24	0,00	675,24	0,53	355,71	-4.952,36
12	675,24	0,00	675,24	0,50	335,57	-4.277,12
13	675,24	0,00	675,24	0,47	316,58	-3.601,88
14	675,24	0,00	675,24	0,44	298,66	-2.926,64
15	675,24	0,00	675,24	0,42	281,75	-2.251,40
16	675,24	0,00	675,24	0,39	265,81	-1.576,16
17	675,24	0,00	675,24	0,37	250,76	-900,92
18	675,24	0,00	675,24	0,35	236,57	-225,68
19	675,24	0,00	675,24	0,33	223,18	449,56
20	675,24	0,00	675,24	0,31	210,54	1.124,80
21	675,24	0,00	675,24	0,29	198,63	1.800,04
22	675,24	0,00	675,24	0,28	187,38	2.475,28
23	675,24	0,00	675,24	0,26	176,78	3.150,52
24	675,24	0,00	675,24	0,25	166,77	3.825,76
25	675,24	0,00	675,24	0,23	157,33	4.501,00
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-3.748,17</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 18,33 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	675,24
<b>Κεφάλαιο</b>	12.380,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	878,39

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	12.380,00	619,00	259,39	878,39	12.120,61
2	12.120,61	606,03	272,36	878,39	11.848,25
3	11.848,25	592,41	285,98	878,39	11.562,27
4	11.562,27	578,11	300,28	878,39	11.262,00
5	11.262,00	563,10	315,29	878,39	10.946,71
6	10.946,71	547,34	331,05	878,39	10.615,65
7	10.615,65	530,78	347,61	878,39	10.268,04
8	10.268,04	513,40	364,99	878,39	9.903,06
9	9.903,06	495,15	383,24	878,39	9.519,82
10	9.519,82	475,99	402,40	878,39	9.117,42
11	9.117,42	455,87	422,52	878,39	8.694,90
12	8.694,90	434,75	443,64	878,39	8.251,26
13	8.251,26	412,56	465,83	878,39	7.785,43
14	7.785,43	389,27	489,12	878,39	7.296,31
15	7.296,31	364,82	513,57	878,39	6.782,74
16	6.782,74	339,14	539,25	878,39	6.243,48
17	6.243,48	312,17	566,22	878,39	5.677,27
18	5.677,27	283,86	594,53	878,39	5.082,74
19	5.082,74	254,14	624,25	878,39	4.458,49
20	4.458,49	222,92	655,47	878,39	3.803,02
21	3.803,02	190,15	688,24	878,39	3.114,78
22	3.114,78	155,74	722,65	878,39	2.392,13
23	2.392,13	119,61	758,78	878,39	1.633,35
24	1.633,35	81,67	796,72	878,39	836,63
25	836,63	41,83	836,56	878,39	0,07
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>9.579,82</b>	<b>12.379,93</b>	<b>21.959,75</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		12.380,00	-12.380,00	1,00	-12.380,00	-12.380,00	0
1	675,24	259,39	415,85	0,94	392,31	-11.964,15	0
2	675,24	272,36	402,88	0,89	358,56	-11.561,27	0
3	675,24	285,98	389,26	0,84	326,83	-11.172,01	0
4	675,24	300,28	374,96	0,79	297,01	-10.797,04	0
5	675,24	315,29	359,95	0,75	268,98	-10.437,09	0
6	675,24	331,05	344,19	0,70	242,64	-10.092,91	0
7	675,24	347,61	327,63	0,67	217,89	-9.765,28	0
8	675,24	364,99	310,25	0,63	194,66	-9.455,02	0
9	675,24	383,24	292,00	0,59	172,84	-9.163,02	0
10	675,24	402,40	272,84	0,56	152,35	-8.890,18	0
11	675,24	422,52	252,72	0,53	133,13	-8.637,46	0
12	675,24	443,64	231,60	0,50	115,10	-8.405,86	0
13	675,24	465,83	209,41	0,47	98,18	-8.196,45	0
14	675,24	489,12	186,12	0,44	82,32	-8.010,33	0
15	675,24	513,57	161,67	0,42	67,46	-7.848,66	0
16	675,24	539,25	135,99	0,39	53,53	-7.712,68	0
17	675,24	566,22	109,02	0,37	40,49	-7.603,65	0
18	675,24	594,53	80,71	0,35	28,28	-7.522,94	0
19	675,24	624,25	50,99	0,33	16,85	-7.471,95	0
20	675,24	655,47	19,77	0,31	6,17	-7.452,18	0
21	675,24	688,24	-13,00	0,29	-3,82	-7.465,18	0
22	675,24	722,65	-47,41	0,28	-13,16	-7.512,59	0
23	675,24	758,78	-83,54	0,26	-21,87	-7.596,13	0
24	675,24	796,72	-121,48	0,25	-30,00	-7.717,61	0
25	675,24	836,56	-161,32	0,23	-37,59	-7.878,93	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-9.220,88</b>		

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στη περίοδο των 25 ετών.

### Σενάριο Εξοικονόμησης 3

#### ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 6%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2016

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		13.380,00	-13.380,00	1,00	-13.380,00	-13.380,00
1	675,24	0,00	675,24	0,94	637,02	-12.704,76
2	675,24	0,00	675,24	0,89	600,96	-12.029,52
3	675,24	0,00	675,24	0,84	566,94	-11.354,28
4	675,24	0,00	675,24	0,79	534,85	-10.679,04
5	675,24	0,00	675,24	0,75	504,58	-10.003,80
6	675,24	0,00	675,24	0,70	476,02	-9.328,56
7	675,24	0,00	675,24	0,67	449,07	-8.653,32
8	675,24	0,00	675,24	0,63	423,65	-7.978,08
9	675,24	0,00	675,24	0,59	399,67	-7.302,84
10	675,24	0,00	675,24	0,56	377,05	-6.627,60
11	675,24	0,00	675,24	0,53	355,71	-5.952,36
12	675,24	0,00	675,24	0,50	335,57	-5.277,12
13	675,24	0,00	675,24	0,47	316,58	-4.601,88
14	675,24	0,00	675,24	0,44	298,66	-3.926,64
15	675,24	0,00	675,24	0,42	281,75	-3.251,40
16	675,24	0,00	675,24	0,39	265,81	-2.576,16
17	675,24	0,00	675,24	0,37	250,76	-1.900,92
18	675,24	0,00	675,24	0,35	236,57	-1.225,68
19	675,24	0,00	675,24	0,33	223,18	-550,44
20	675,24	0,00	675,24	0,31	210,54	124,80
21	675,24	0,00	675,24	0,29	198,63	800,04
22	675,24	0,00	675,24	0,28	187,38	1.475,28
23	675,24	0,00	675,24	0,26	176,78	2.150,52
24	675,24	0,00	675,24	0,25	166,77	2.825,76
25	675,24	0,00	675,24	0,23	157,33	3.501,00
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-4.748,17</b>	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 19,82 έτη.

**ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ, ΕΠΙΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ  
ΤΟΚΟΥΣ 100%**

<b>Ετήσια Έσοδα</b>	675,24
<b>Κεφάλαιο</b>	13.380,00
<b>Επιτόκιο</b>	5%
<b>Διάρκεια σε Έτη</b>	25
<b>Υπολογισμός Χρεολυσίου</b>	949,35

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΟΣΗΣ**

Έτη	Κεφάλαιο	Τόκος	Χρεολύσιο	Δόση (Τοκοχρεολύσιο)	Ανεξόφλητο Κεφάλαιο
1	13.380,00	669,00	280,35	949,35	13.099,65
2	13.099,65	654,98	294,37	949,35	12.805,28
3	12.805,28	640,26	309,09	949,35	12.496,20
4	12.496,20	624,81	324,54	949,35	12.171,66
5	12.171,66	608,58	340,77	949,35	11.830,89
6	11.830,89	591,54	357,81	949,35	11.473,08
7	11.473,08	573,65	375,70	949,35	11.097,39
8	11.097,39	554,87	394,48	949,35	10.702,91
9	10.702,91	535,15	414,20	949,35	10.288,70
10	10.288,70	514,44	434,91	949,35	9.853,79
11	9.853,79	492,69	456,66	949,35	9.397,13
12	9.397,13	469,86	479,49	949,35	8.917,63
13	8.917,63	445,88	503,47	949,35	8.414,17
14	8.414,17	420,71	528,64	949,35	7.885,52
15	7.885,52	394,28	555,07	949,35	7.330,45
16	7.330,45	366,52	582,83	949,35	6.747,62
17	6.747,62	337,38	611,97	949,35	6.135,65
18	6.135,65	306,78	642,57	949,35	5.493,09
19	5.493,09	274,65	674,70	949,35	4.818,39
20	4.818,39	240,92	708,43	949,35	4.109,96
21	4.109,96	205,50	743,85	949,35	3.366,11
22	3.366,11	168,31	781,04	949,35	2.585,06
23	2.585,06	129,25	820,10	949,35	1.764,97
24	1.764,97	88,25	861,10	949,35	903,86
25	903,86	45,19	904,16	949,35	-0,29
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>10.353,46</b>	<b>13.380,29</b>	<b>23.733,75</b>	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ							
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ
0		13.380,00	-13.380,00	1,00	-13.380,00	-13.380,00	0
1	675,24	280,35	394,89	0,94	372,54	-12.985,11	0
2	675,24	294,37	380,87	0,89	338,98	-12.604,24	0
3	675,24	309,09	366,15	0,84	307,43	-12.238,08	0
4	675,24	324,54	350,70	0,79	277,79	-11.887,38	0
5	675,24	340,77	334,47	0,75	249,94	-11.552,91	0
6	675,24	357,81	317,43	0,70	223,78	-11.235,48	0
7	675,24	375,70	299,54	0,67	199,21	-10.935,93	0
8	675,24	394,48	280,76	0,63	176,15	-10.655,17	0
9	675,24	414,20	261,04	0,59	154,51	-10.394,14	0
10	675,24	434,91	240,33	0,56	134,20	-10.153,81	0
11	675,24	456,66	218,58	0,53	115,14	-9.935,23	0
12	675,24	479,49	195,75	0,50	97,28	-9.739,49	0
13	675,24	503,47	171,77	0,47	80,53	-9.567,71	0
14	675,24	528,64	146,60	0,44	64,84	-9.421,12	0
15	675,24	555,07	120,17	0,42	50,14	-9.300,95	0
16	675,24	582,83	92,41	0,39	36,38	-9.208,54	0
17	675,24	611,97	63,27	0,37	23,50	-9.145,27	0
18	675,24	642,57	32,67	0,35	11,45	-9.112,59	0
19	675,24	674,70	0,54	0,33	0,18	-9.112,05	0
20	675,24	708,43	-33,19	0,31	-10,35	-9.145,24	0
21	675,24	743,85	-68,61	0,29	-20,18	-9.213,85	0
22	675,24	781,04	-105,80	0,28	-29,36	-9.319,66	0
23	675,24	820,10	-144,86	0,26	-37,92	-9.464,51	0
24	675,24	861,10	-185,86	0,25	-45,90	-9.650,38	0
25	675,24	904,16	-228,92	0,23	-53,34	-9.879,29	0
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>					<b>-10.663,10</b>		

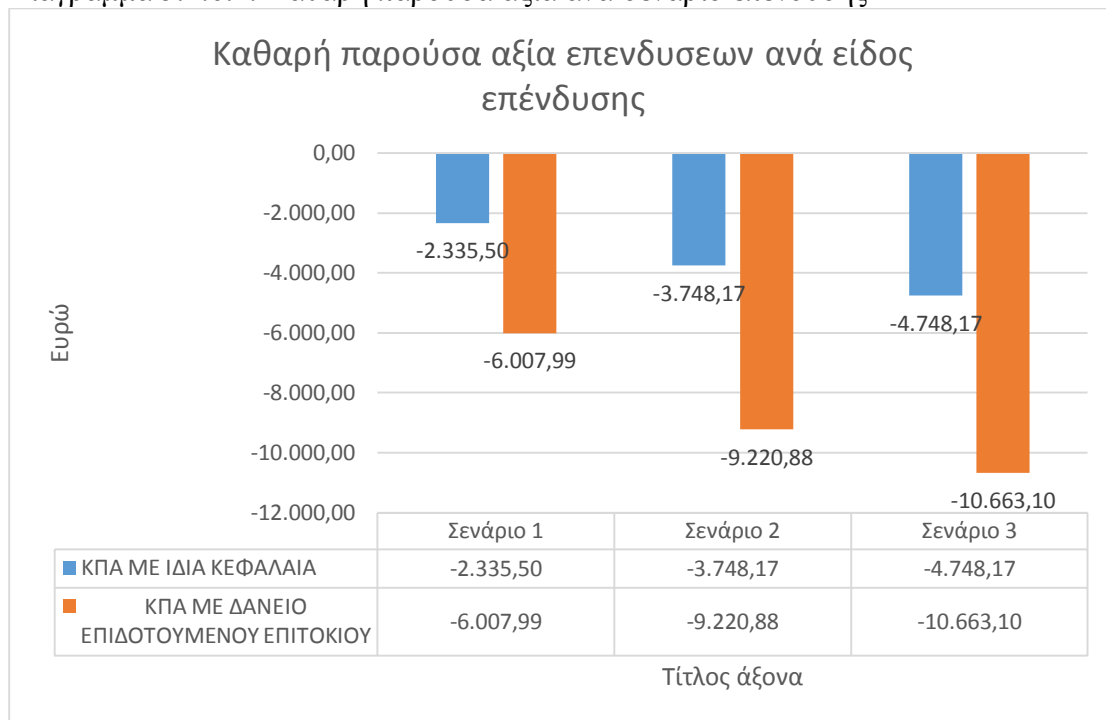
Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίηση της.

Δεν γίνεται απόσβεση της επένδυσης στη περίοδο των 25 ετών.

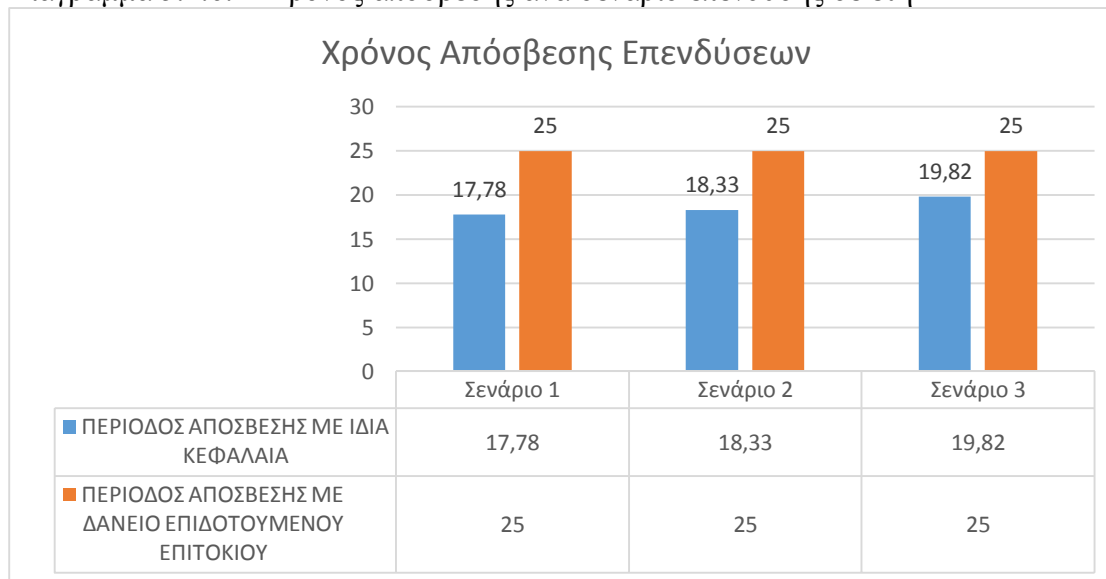
### Συμπεράσματα:

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα για την αξιολόγηση των σεναρίων επενδύσεων με βάση την ΚΠΑ και το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου.

Διάγραμμα 5.2.6.1. Καθαρή παρούσα αξία ανά σενάριο επένδυσης



Διάγραμμα 5.2.6.2 Χρόνος απόσβεσης ανά σενάριο επένδυσης σε έτη



Από τα διαγράμματα προκύπτει με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ ότι στην περίπτωση της επένδυσης με ίδια κεφάλαια, κανένα σενάριο εξοικονόμησης δεν συμφέρει να υλοποιηθεί. Το αρχικό κόστος των επεμβάσεων των σε συνδυασμό με τις ετήσιες εισροές χρήματος και το αναμενόμενο κέρδος του επενδυτή τις καθιστούν σύμφωρες για τον επενδυτή. Στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού με επιδοτούμενο επιτόκιο από το κράτος, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ δείχνουν επίσης ασύμφωρα και μη ενδιαφέροντα για έναν υποψήφιο επενδυτή.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 1 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 18 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ στην περίπτωση επένδυσης με τραπεζικό δανεισμό το αρχικό κεφάλαιο δεν ανακτάται εντός των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην περίπτωση των ιδίων κεφαλαίων καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 2 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 19 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ στην περίπτωση επένδυσης με τραπεζικό δανεισμό το αρχικό κεφάλαιο δεν ανακτάται εντός των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην περίπτωση των ιδίων κεφαλαίων καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο εντός των 25 ετών.

Στην περίπτωση του σεναρίου εξοικονόμησης 3 παρατηρούμε ότι το αρχικό κεφάλαιο αποσβένεται σε λιγότερο από 20 χρόνια για επένδυση με ίδια κεφάλαια ενώ στην περίπτωση του τραπεζικού δανεισμού το αρχικό κεφάλαιο δεν ανακτάται εντός του χρόνου των 25 ετών. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επένδυση ενδιαφέρουσα μόνο στην πρώτη περίπτωση καθώς ο επενδυτής ανακτά το αρχικό κεφάλαιο πριν το τέλος 25 ετών.

Μπορούμε να υποστηρίξουμε πως ο επενδυτής με αυστηρά οικονομικούς όρους δεν θα προτιμήσει να προχωρήσει σε κανένα τύπο επένδυσης εκ των παραπάνω. Επειδή όμως τα σενάρια εξοικονόμησης αφορούν κτίριο μονοκατοικίας, οπότε ο υποψήφιος επενδυτής είναι πιθανότατα και χρήστης της κατοικίας, μπορεί να προχωρήσει σε κάποια εκ των παραπάνω επενδύσεων αρκεί να του επιστρέφει το αρχικό κεφάλαιο εντός του χρόνου των 25 ετών και να αγνοήσει το κριτήριο της ΚΠΑ. Επομένως εάν διαθέτει τα κεφάλαια της επένδυσης θα μπορούσε να προχωρήσει σε κάποια από αυτές.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### **Γενικά Συμπεράσματα**

Στην παρούσα εργασία έγινε αξιολόγηση επενδυτικών σεναρίων για τη μετατροπή ενός κτιρίου που κατασκευάζεται σήμερα και πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, σε Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΣΜΚΕ). Οι επενδύσεις σε αυτήν την κατεύθυνση γενικότερα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος των ορυκτών συμβατικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο. Για να μπορέσει η χρήση των ΑΠΕ και γενικότερα των τεχνολογικών εφαρμογών που οδηγούν σε Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) να εισχωρήσει συνολικά στο σχεδιασμό της κοινωνίας, είτε σε επίπεδο χώρας, είτε σε επίπεδο ενώσεων χωρών θα πρέπει να είναι ανταγωνιστική σε σχέση με την σημερινή αγορά των συμβατικών τεχνολογιών και καυσίμων.

Στα σενάρια όπου εφαρμόστηκαν τεχνολογίες για την εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμίας για παραγωγή θέρμανσης και ψύξης παρατηρούμε τα εξής: Η χρήση κατακόρυφου γεωεναλλάκτη αυξάνει πολύ το κόστος της αρχικής επένδυσης σε όλων των τύπων τα κτίρια που εξετάστηκαν (κατοικίας, εμπορίου), καθιστώντας την επένδυση τις περισσότερες φορές ασύμφορη. Η χρήση οριζόντιων γεωεναλλακτών και ιδιαίτερα στην περίπτωση νέων και υπό κατασκευή κτιρίων πριν τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, οδηγεί σε εγκαταστάσεις με πιο χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης και ιδιαίτερα σε εμπορικά κτίρια, όπου τα φορτία ψύξης είναι μεγαλύτερα καθιστώντας αυτά τα σενάρια εξοικονόμησης πιο βιώσιμα.

Η χρήση των ηλιακών συλλεκτών σε κτίρια κατοικίας για παραγωγή ΖΝΧ σχεδόν εκμηδένισε το αντίστοιχο φορτίο για το εκάστοτε εξεταζόμενο κτίριο. Σε εφαρμογές όπου χρησιμοποιήθηκαν οι ηλιακοί συλλέκτες επικουρικά και για την κάλυψη φορτίων θέρμανσης έδειξαν να αποτελούν οριακά βιώσιμη λύση ιδιαίτερα σε μεσαία και μεγαλύτερα κτίρια κατοικιών και εμπορίου.

Η εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης σε αντίθεση με έναν συμβατικό λέβητα αποτελεί επένδυση συμφέρουσα στις περισσότερες περιπτώσεις. Για να προσεγγίσει όμως το κτίριο στη συγκεκριμένη περίπτωση τον ενεργειακό στόχο χρειάζεται εκτεταμένη χρήση ηλιακών συλλεκτών για ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης και μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου. Το γεγονός αυτό καθιστά το σενάριο εξοικονόμησης ασύμφορο σε κάποιες περιπτώσεις.

Η εγκατάσταση αντλιών θερμότητας σε μεσαία και μεγαλύτερα κτίρια και κυρίως σε αυτά των καταστημάτων-γραφείων, σε συνδυασμό με δίκτυο διανομής και τερματικές μονάδες τύπου Fan Coil δείχνει να υπερτερεί των εγκαταστάσεων των λεβήτων πετρελαίου. Πάντοτε όμως σε συνδυασμό με τη χρήση κάποιου φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των απαιτούμενων ηλεκτρικών φορτίων. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι η αντλία θερμότητας παρά το αρχικό κόστος της, παράγει ψύξη και θέρμανση και στα κτίρια με εμπορική χρήση το φορτίο ψύξης είναι σημαντικότερο από το φορτίο θέρμανσης.

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δείχνει συμφέρουσα αλλά και απαραίτητη για να επιτευχθεί ο στόχος του ΚΣΜΚΕ. Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης αποσβάζεται σε περίπτωση ιδιοκατανάλωσης ιδιαίτερα σε κτίρια εμπορικού ενδιαφέροντος όπου τα ηλεκτρικά φορτία είναι αυξημένα. Επειδή ο ΚΕΝΑΚ με βάση τον οποίο έγιναν οι υπολογισμοί των καταναλώσεων δε λαμβάνει υπ' όψιν του το φορτίο φωτισμού

στις κατοικίες, σε κάποια σενάρια η χρήση φωτοβολταϊκού συστήματος δείχνει να μην συμφέρει ως λύση και είναι κάτι το οποίο θα πρέπει να ελεγχθεί με ξεχωριστή ανάλυση.

Σε κτίρια με μεγάλο φορτίο φωτισμού όπως αυτά των εμπορικών καταστημάτων και γραφείων, η αντικατάσταση συμβατικών λαμπτήρων ή λαμπτήρων φθορισμού με αντίστοιχης έντασης LED υψηλής όμως πυκνότητας φωτισμού, αποτελεί επέμβαση βιώσιμη οικονομικά η οποία αποσβένεται σχετικά σύντομα. Επίσης εγκαταστάσεις ρύθμισης της λειτουργίας του φωτισμού καθώς και εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού όπως ανιχνευτές κίνησης χώρων, δείχνουν οικονομικά βιώσιμες στο χρόνο ζωής του κτιρίου, μειώνοντας κι αυτές το ενεργειακό αποτύπωμά του.

Γενικότερα επεμβάσεις σε μικρότερα κτίρια, όπως το μικρό κτίριο καταστήματος και η μονοκατοικία οδηγούν το κτίριο σε επίπεδα σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας αλλά η ετήσια εξοικονόμηση είναι μικρή σε σχέση με το αρχικό κόστος επένδυσης και καθιστά πολλά από τα σενάρια εξοικονόμησης ασύμφορα. Αυτό σημαίνει πως σε αυτό τα κτίρια θα μπορούσαν να γίνουν επεμβάσεις εξοικονόμησης συμφέρουσες για να βελτιωθεί η ενεργειακή κατανάλωση και ταυτόχρονα να συμφέρει η επένδυση, αλλά πιθανότατα δεν θα προσέγγιζαν το ΚΣΜΚΕ.

Το κόστος λειτουργίας συμβατικών τεχνολογιών όπως οι λέβητες πετρελαίου που έχουν ευρεία εφαρμογή στον κτιριακό τομέα και κυρίως στην Ελλάδα, είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η εισχώρηση των ΑΠΕ στα κτίρια στο κομμάτι της θέρμανσης. Στην παρούσα εργασία λάβαμε υπ' όψιν μας στους υπολογισμούς του κόστους λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης με πετρέλαιο, την τιμή που διαμορφώθηκε την τελευταία διετία. Η πτώση της τιμής του πετρελαίου όμως την τελευταία διετία σε χαμηλά επίπεδα σε σύγκριση με τα προηγούμενα δέκα χρόνια πιθανόν να καθιστά ως ένα βαθμό πολλές συμβατικές εγκαταστάσεις πιο οικονομικές σε σχέση με νέες εγκαταστάσεις εξοικονόμησης με μεγάλο αρχικό κόστος κτήσης. Αυτό φάνηκε στα περισσότερα σενάρια εξοικονόμησης αυτής της εργασίας όταν το βασικό κτίριο χρησιμοποιούσε ως καύσιμο θέρμανσης το πετρέλαιο. Κατά μια έννοια με αυτόν τον τρόπο προμοδοτήθηκαν ως προς το αποτέλεσμα εγκαταστάσεις όπως οι συμβατικοί λέβητες και οι λέβητες συμπύκνωσης σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας. Ιστορικά πάντως αναμένεται σταδιακή αύξησή της τιμής των ορυκτών καυσίμων τα επόμενα χρόνια γεγονός που θα ευνοήσει τις τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών και θα γίνουν πιο ανταγωνιστικές στον κτιριακό τομέα.

Τα σενάρια εξοικονόμησης αξιολογήθηκαν με βάση τη μέθοδο της ΚΠΑ και του χρόνου απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου. Η ΚΠΑ θεωρείται ιδανική μέθοδος αξιολόγησης για αμοιβαία αποκλειόμενα γεγονότα. Στα κτίρια μικρότερου μεγέθους έδωσε πολλές φορές αρνητικό αποτέλεσμα παρουσιάζοντας πολλά σενάρια ασύμφορα. Σε αυτό το σημείο είναι που ο υποψήφιος επενδυτής θα πρέπει να λάβει υπόψιν του το χρόνο απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου σαν σημαντική παράμετρο για να προχωρήσει σε μια επένδυση. Το κεφάλαιο που θα επένδυε σε εξοικονόμηση στην κατοικία του, ή στο κατάστημά του, σε άλλη περίπτωση πιθανόν να λίμναζε ως κατάθεση στην τράπεζα χωρίς να του αποφέρει κάποιο σημαντικό όφελος. Οπότε πιθανόν και να μην δίνει βέβαιη απάντηση για τη χρησιμότητα ή μη μιας τέτοιας επένδυσης, η μέθοδος της ΚΠΑ θεωρώντας ως δεδομένο το κόστος κεφαλαίου 6%.



## **Βιβλιογραφία:**

1. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική Ενότητα ΔΕ1 «Εισαγωγή στον Τομέα της ενέργειας»
2. Δρ. Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, Δρ. Μαρία Κ. Κούκου, Δρ. Κωνσταντίνος Καρύτσας «Κανονική Γεωθερμία-Αρχές σχεδιασμού Γεωθερμικών συστημάτων και εφαρμογές»
3. Κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ΚΑΠΕ «Τεχνολογίες εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτίρια»
4. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική Ενότητα ΔΕ4 «Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας»
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».
7. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
8. Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».
9. Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».
10. Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.ΕΝ.Α.Κ.».
11. Duffie A. John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.
12. N. Good, L. Zhang, A. Navarro-Espinosa, P. Mancarella, «High resolution modelling of multi-energy domestic demand profiles», Elsevier, 2014
13. <https://www.dei.gr/el/oikiakoi-pelates/timologia>
14. <https://www.dei.gr/el/epaggelmaties30802/epaggelmatiesetairies-xamilis-tasis>
15. Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση, την τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ (2012/27/ΕΕ).
16. Amélie Robert, Michaël Kummert. «Designing net-zero energy buildings for the future climate, not for the past» 2011.
17. P. Mancarella, C. Gan, G. Strbac, «Evaluation of the impact of electric heat pumps and distributed CHP on LV networks», In: IEEE Powertech, 2011